

MEDDELELSER

FRA

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN

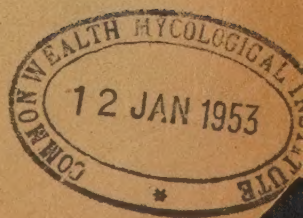
NR. 40

(BIND XI, HEFTE 3)

Reports of
The Norwegian Forest Research Institute.

REDAKTØR:
PROFESSOR ERLING EIDE

A.S. JOHN GRIEGS BOKTRYKKERI
BERGEN 1952



Innhold.


	Side
<i>Gustav G. Klem:</i>	
Planteavstandens virkning på granvir-	
kets kvalitet	473
<i>The Influence of Spacing on Spruce</i>	
<i>Quality</i>	498
<i>Knut Mikaelson:</i>	
Hurtigmetode for kromosomundersøkel-	
ser i vegetative skudd hos gran og bjørk	507
<i>Rapid Squash Methods for Chromosome</i>	
<i>Studies in Vegetative Buds of Spruce</i>	
<i>and Birch</i>	521
<i>Elias Mork:</i>	
Forsøk med forskjellige såtykkelser og	
planteavstander for gran i Kvatninga	
planteskole	527
<i>Experiments with Different Densities of</i>	
<i>Sowing and Different Spacings for Norway</i>	
<i>Spruce in Kvatninga Forest Nursery....</i>	564
<i>Frits Jørgensen:</i>	
Priskoblingsberegning for fyrstikvirke	
af asp	569
<i>Price-Clutch-Calculation for Match Tim-</i>	
<i>ber of Aspen</i>	617
<i>Waldemar Opsahl:</i>	
Om sambandet mellom sommertempera-	
tur og frømodning hos gran	569
<i>On Relation between Summer Temperature</i>	
<i>and Seed Ripening of Norway Spruce..</i>	617

MEDDELELSER
FRA
DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN
BIND XI
(HEFTE 38—40)

Reports of
The Norwegian Forest Research Institute

REDAKTØR:
PROFESSOR ERLING EIDE

A.S. JOHN GRIEGS BOKTRYKKERI
BERGEN 1952



Digitized by the Internet Archive
in 2025

INN H O L D

Side

<i>Gustav G. Klem</i>	Skurutbyttets variasjon med skurordre, tømmer-	
<i>og Ole Karlsen:</i>	dimensjon og avsmalning ved en moderne sirkelsag	1
	<i>Lumber Recovery from a modern Circular Saw</i>	26
<i>Elias Mork:</i>	Planteforsøk med gran ((<i>Picea abies</i>) til forskjellige	
	tider i vegetasjonsperioden	31
	<i>Planting Experiments with Norway Spruce (Picea abies)</i>	
	<i>at Different Times during the Growing Season</i>	74
<i>Lars Strand:</i>	Undersøkelser angående den innflytelse kvelstoff-	
	tapet ved salpeterfabrikasjonen har på granas dia-	
	metertilvekst	79
	<i>Investigations on the Effect of the N Loss occuring under</i>	
	<i>the Salpetre Production, on the Diameter Increment of</i>	
	<i>the Norway Spruce (Picea abies (L.) Karst.)</i>	123
<i>Ola Børset:</i>	Forsøk med avkom av enkelttrær fra kystfuruskogen	
	på Hvaler	129
	<i>Studies on Progenies from Single Trees of Scots Pine</i>	
	<i>(Pinus silvestris L.) from a Coastal Forest in Southern</i>	
	<i>Norway</i>	156
<i>Elias Mork:</i>	Faktorer som virker på spireevnen hos furu,- gran-	
	og bjørkefrø	159
	<i>Factors Influencing Germination of Seed from Pinus</i>	
	<i>silvestris, Picea abies, Betula verrucosa, and B.</i>	
	<i>pubescens</i>	171
<i>Ivar Samset:</i>	Markberedning med maskiner og håndkraft.....	177
	<i>Mechanical and Manuel Screefing</i>	297
<i>Torgeir Fryjordet:</i>	Volum- og priskurver for enaldrede norske gran-	
	bestand	309
	<i>Volume and Price- Age Curves for evenaged Stands</i>	
	<i>of Norway Spruce</i>	351
<i>Ola Børset:</i>	Undersøkelser over ospetømmer	355
	<i>Investigations on Aspen Logs</i>	419
<i>Peder Braathe:</i>	Planteavstandens virkning på bestandsutviklingen	
	og masseproduksjonen i granskog	425
	<i>The Effect of Different Spacing upon Stand Develop-</i>	
	<i>ment and Yield in Forests of Norway Spruce</i>	466

	Side
<i>Gustav G. Klem: Planteavstandens virkning på granvirkets kvalitet .</i>	473
<i>The Influence of Spacing on Spruce Quality.....</i>	498
<i>Knut Mikaelson: Hurtigmetode for kromosomundersøkelser i vegetative skudd hos gran og bjørk.....</i>	507
<i>Rapid Squash Methods for Chromosome Studies in Vegetative Buds of Spruce and Birch.....</i>	521
<i>Elias Mork: Forsøk med forskjellige såtykkelser og planteavstander for gran i Kvatninga planteskole.....</i>	527
<i>Experiments with Different Densities of Sowing and Different Spacings for Norway Spruce in Kvatninga Forest Nursery</i>	564
<i>Fritz Jørgensen: Priskoblingsberegning for fyrstikvirke af asp....</i>	569
<i>Price-Clutch-Calculation for Match Timber of Aspen</i>	617
<i>Waldemar Opsahl: Om sambandet mellom sommertemperatur og frømodning hos gran</i>	569
<i>On Relation between Summer Temperature and Seed Ripening of Norway Spruce.....</i>	617

GUSTAV G. KLEM

Planteavstandens virkning på
granvirkets kvalitet

*The Influence of Spacing on
Spruce Quality*

Rettelser til nr. 39.

I Braathes avhandling »Planteavstandens virkning på bestandsutvikling og masseproduksjon i granskog« finnes følgende trykkfeil:

Side 437 tab. 5. Kubikk stående trær:	Står 384,04, skal være 348,04
» 440 » 8. Felt <i>CII</i> , untatt masse:	» 320,9, » » 220,9
» 440 » 8. Felt D, kubikk, stående trær:	» 467,7, » » 426,7

Innhold.

	Side
Innledning	477
Kap. I. Materialet, beregningene og analysene	477
Kap. II. Planteavstandens virkning på kvaliteten	480
Kvistmengden.....	482
Volumvekt	486
Lignin og eterekstrakt	487
Årringbredde og sommerved	487
Avsmalning	489
Kap. III. Tørrstoffproduksjonen i kg pr. ha og skurlastens kvalitet	490
Tørrstoffproduksjon	490
Skurlastens kvalitet	494
Sammendrag	496
The Influence of Spacing on Spruce Quality	498
Litteratur	506

Innledning.

Undersøkelsene er foretatt på trær fra Det norske Skogforsøksvesens forsøksfelter hos godseier HERMANN LØVENSKIOLD på Fossum.

De nødvendige data om de forskjellige plantefelter som beliggenhet, antall felter, planteavstand og bestandsbeskrivelser er å finne i Det norske Skogforsøksvesens meddelelser, nr. 39. BRAATHE (1952). Her er det bl.a. undersøkt produksjon, dimensjonsforhold og vekstforløp for de forskjellige planteavstander.

Oppgaven i dette arbeid var å undersøke:

1. Vedkvaliteten ved forskjellig planteavstand, og hvordan vedkvaliteten har forandret seg fra første gangs undersøkelse i 1940¹ til siste revisjon i 1951.

2. Planteavstandens virkning på den totale produksjon av tørrstoff i kg pr. ha, og på produksjonen av tørrstoff etter at alle bestand har sluttet seg.

3. Planteavstandens virkning på skurlastens kvalitet.

De kvalitetsfaktorer som er undersøkt er kvistmengde, vedens volumvekt, vedens lignin- og ekstraktmengde, årringbredde, sommervedprosent og avsmalning.

De kjemiske analyser og det meste av beregningene er utført av forsøksassistent BIRGER HALVORSEN og skogtekniker EINAR HAUGAN.

I. Materialet, beregningene og analysene.

Undersøkelsene omfatter følgende 5 planteavstander:

1,25 × 1,40 m, 1,40 × 1,65 m, 2,00 × 2,00 m, 3,00 × 3,00 m, 3,50 × 3,50 m. I teksten vil de forskjellige planteavstander av

¹ Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen, nr. 28. GUSTAV G. KLEM (1942).

praktiske grunner få benevnelsene 1,3 m, 1,5 m, 2 m, 3 m og 3,5 m.

Fra hver planteavstand ble det tatt tre trær som var representative for bestanden. De hadde brysthøydiameter og høyde så nær som mulig opp til bestandenes middeldiameter og middelhøyde. Alle prøvetrær ble tatt inne i bestanden for å unngå randvirkning. Bestandenes kvalitet er uttrykt ved gjennomsnittsverdiene av de 3 prøvetrær.

Det er utført følgende analyser og beregninger:

1. Kvistmengden.

Kvistmengden ble bestemt ved at kvistenes samlede overflate inne ved stammen ble regnet ut i prosent av hele stammens overflate opp til 7 cm toppdiameter.

2. Volumvekt.

Det ble tatt stammeskiver på alle prøvetrær ved 25 % og 75 % av stammens lengde som ble regnet til 7 cm topp. Volumvekten ble bestemt i absolutt tørr tilstand. Av stammeskivene fra 25 % og 75 % ble det skåret ut motstående sektorer. Veiing av sektorene ble foretatt etter tørk til konstant vekt i tørreskap ved 102° C.

Volumet ble funnet ved hydrostatisk veiing av prøvene som var preparert med parafin. For å finne treets midlere volumvekt, ble sirkelflatene for nedre og øvre stammeskive brukt som vekter. Stammeskiven ved 25 % ble også delt i indre og ytre sone,¹ og volumvekten av begge soner ble bestemt.

3. Lignin og ekstraktmengde.

Ligninmengden ble bestemt med svovelsyre (72 % H_2SO_4) etter at ekstraktmengden var bestemt med eter i Soxleths apparat. Ekstraksjonstiden var 8 timer. Bestemmelsene ble utført på flis fra sektorene ved 25 % og 75 % av stammehøyden.

4. Årringbredde.

Årringbredden ble bestemt på stammeskivene ved 25 %.

¹ Definisjon av indre og ytre sone, se side 453 hos BRAATHE 1952.

Årringbredden ble regnet ut særskilt for den indre bredringete sone og for den ytre mer smalringete sone.

Den midlere årringbredde for hele treet ble funnet ved å gi årringene i hver sone en vekt lik sirkelflaten av vedkomende sone.

5. Sommerved.

Sommervedbredden ble målt på fem årringer i hver sone, og på de samme stammeskiver hvor årringbreddene ble målt. Altså på 25 % av stammelengden. For indre sone ble det begynt med den femte årring fra margen og på de følgende fem årringer ble sommervedsonen målt. For den ytre sone begynte en med den tredje årring utenfra og hver tredje årring innover ble målt. Bestemmelsen av sommervedens bredde ble foretatt på fint høvlete flater under stereomikroskop med 25 gangers forstørrelse. For å få grensen mellom sommervedsonen og vårvedsonen skarpest mulig, ble fortynnet kopiblekk penslet på prøven like før målingene ble foretatt. Til belysning ble det brukt gult filter. Grensen mellom sommerved og vårved trådte da tydelig fram.

6. Avsmalning.

Prøvetrærnes hele avsmalning er uttrykt som den gjennomsnittlige avsmalning i cm pr. l.m mellom brysthøydiameteren og treet topp.

Det ble også regnet ut avsmalningen for alle rot-, midt- og toppstokker fra hver planteavstand. Rotstokkenes lengde ble satt til 25 %, midtstokkene fra 25 % til 50 % av stammelengden, og toppstokkene fra 50 % opp til 7 cm toppdiameter.

7. Tørrsubstans i kg pr. ha.

Totalproduksjonen av tørrstoff i kg pr. ha ble funnet ved å multiplisere produksjonen i m³ med vedens volumvekt. Da volumvekten ikke var den samme for begge soner, ble produksjonen regnet ut særskilt for begge soner. Uttatt tynningsvirke er tatt med ved utregning av totalproduksjonen.

Tørrstoffproduksjonen i kg pr. ha ble også regnet ut for

de 10 siste og for de 3 siste år ved at den årlige volumtilvekst ble multiplisert ved volumvekten.

8. Skurlastkvaliteten.

Prøvetrærne fra hver planteavstand ble skåret til vanlig skurlast og kvaliteten bestemt av autorisert sorterer.

II. Planteavstandens virkning på kvaliteten.

Tabell 1 viser årantallet i indre og ytre sone for de forskjellige planteavstander, altså hvor lang tid det har tatt før bestandene sluttet seg og hvor lang vekstperiode de har hatt siden og fram til 1951. Av siste rubrikk i tabellen framgår at feltene ikke har nøyaktig samme alder. For beregning av tørrstoffproduksjonen pr. ha ble bestandenes produksjon i m³ og den årlige tilvekst inntil alderen 44 år benyttet. Se BRAATHE (1952). Fig. 1 viser borrhøyer i brysthøyde fra de forskjellige planteavstander. Borrhøyene er tegnet som et middel av de tre prøvetrærs borrhøyer. Alderen opp til brysthøyde er 9 år.

Produksjonen og kvaliteten av veden ble første gang undersøkt i 1940, KLEM (1942). Den siste revisjon med hensyn til kubikk og tilvekstmasse ble foretatt i 1949, altså 10 år senere BRAATHE (1952), mens kvalitetsundersøkelsene ble foretatt for annen gang først i 1951. For beregning av tørrstoffproduksjonen inntil 1949 ble volumvekten inntil 1951 benyttet. Den

Tabell 1.

Table 1.

Planteavstand i m <i>Spacing in meters</i>	Bestandsalder <i>Age of stands</i>		
	Indre sone <i>Inner zone</i>	Ytre sone <i>Outer zone</i>	Alder 1951 <i>Age 1951</i>
1,25 × 1,40	18	28	46
1,40 × 1,65	20	26	46
2,00 × 2,00	24	26	50
3,00 × 3,00	28	19	47
3,50 × 3,50	33	16	49

eventuelle forskjell i volumvekt i 1949 og 1951 er mindre enn den feil man har i selve bestemmelsen av volumvekten og kan

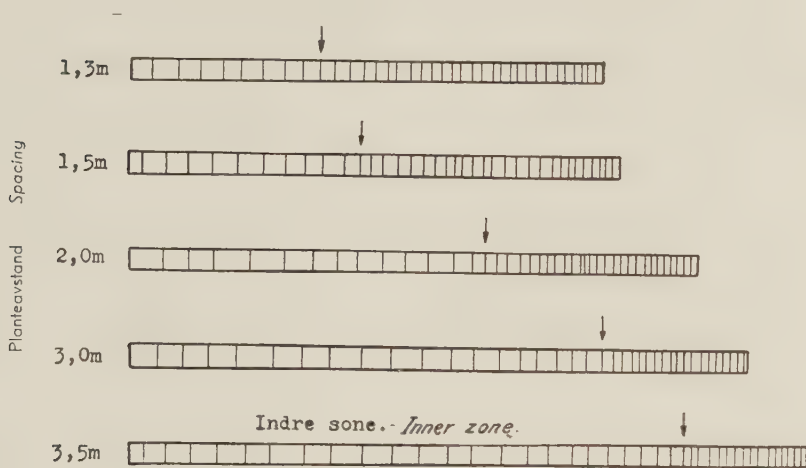


Fig. 1. Borrprøver ved $D_{1,3}$ i 1951. *Increment cores at D.b.h. in 1951.*

ikke sies å ha noen innflytelse på bestemmelsen av tørrstoffproduksjonen i 1949.

Nå er det ikke bare av interesse å få vite verdiene for planteavstandenes kvalitet og tørrstoffproduksjonen ved siste måling, men det er også av interesse å se hvilke forandringer som har funnet sted i kvaliteten mellom årene fra første til siste revisjon, m.a.o. fra 1940 til 1951.

For de senere sammenlikninger mellom planteavstandene er det viktigst å sammenlikne verdiene for planteavstandene 1,5 m, 2 m og 3,5 m da jordboniteten for disse avstander er den samme.

Planteavstanden 3 m har nemlig en bedre bonitet enn de øvrige.

Boniteten på den minste planteavstanden 1,3 m er vanskeligere å bestemme enn de øvrige, fordi boniteten veksler innen forsøksfeltet. Middelhøyden i 1949 er ca. 1 meter større enn på de øvrige felter med unntagelse av planteavstanden 3 m, og totalproduksjonen er også en del større. Den større middelhøyde kommer for en del av et større utvalg under tynningene på grunn av den mindre planteavstand.

Den større totalproduksjon skyldes vesentlig kubikkmassen

Tabell 2 b.

Table 2 b.

Plante- avstand i m <i>Spacing in meters</i>	1940		1951							
	Avsmalning for hele stammer <i>Tapering, whole stems.</i>		Avsmalning i cm/m — <i>Tapering in cm/m.</i>							
			Rotstokker <i>Butt logs</i>		Midtstokker <i>Mid logs</i>		Toppstokker <i>Top logs</i>		Hele stam. <i>Whole stems.</i>	
1,25×1,40	1,12		0,65		0,62		1,27		1,08	
	0,97	1,04	0,52	0,54	0,50	0,57	1,04	1,10	0,94	0,98
	1,02		0,46		0,61		1,00		0,92	
1,40×1,65	1,05		0,60		0,60		1,05		1,01	
	1,09	1,16	0,62	0,60	0,56	0,60	0,97	1,05	0,98	1,02
	1,33		0,60		0,66		1,31		1,08	
2,00×2,00	1,16		0,47		0,68		1,19		1,01	
	1,18	1,14	0,50	0,53	0,70	0,67	1,20	1,19	1,12	1,04
	1,09		0,61		0,63		1,17		0,99	
3,00×3,00	1,45		0,66		0,65		1,32		1,18	
	1,38	1,35	0,62	0,63	0,83	0,69	1,36	1,34	1,12	1,13
	1,23		0,62		0,60		1,36		1,08	
3,50×3,50	1,33		0,50		0,83		1,32		1,22	
	1,48	1,48	0,79	0,61	1,00	0,90	1,61	1,56	1,23	1,26
	1,64		0,56		0,85		1,74		1,32	

I 1951 derimot har dette jevnet seg ut slik at forskjellen i kvistmengde mellom de forskjellige planteavstandene er ubetydelig. Den mindre kvistmengde ved tettere plantning gjør seg derfor mest gjeldende i ung alder, hvor dimensjonene er små. I tabell 4 er oppgitt hvilke brysthøydiameterer hovedmassen av tynningsuttakene faller på og tynningenes samlede kubikkmasse for hver planteavstand. Det sees at tynningenes dimensjoner øker raskt med økende planteavstand. For planteavstandene 1,5 m til 2 m øker brysthøydiameteren på tynningsvirket fra 14—15 opp til 20—21 cm. Se også tabellen 2 til 8 hos BRAATHE (1952).

Forskjellen i kvistmengde ved forskjellig planteavstand kommer av at bestandene slutter seg til forskjellig tid. Sammenliknes derfor kvistmengden like etter at trærne i den største planteavstand, 3,5 m, har sluttet seg, altså i en alder av 33 år,

Tabell 3. Kvalitetsfaktorer.
Table 3. *Quality factors.*

Plavstand i m <i>Spacing in meters</i>	% Kvist <i>Percentage of knots</i>		Tørrvolum- vekt <i>Spec. gravity (Density dry)</i>		% Lignin <i>Percentage of lignin</i>		% Eterek- strakt <i>Percentage of resin</i>		Avsmalning i cm pr. l. m <i>Tapering in cm per linear meter</i>				
	1940		1940		1940		1940		1930				
	1951		1951		1951		1951		1951				
									Hele treet <i>The whole tree</i>	Rot- stokk <i>Butt log</i>	Midt- stokk <i>Mid log</i>	Top- stokk <i>Top log</i>	
1,25 × 1,40	0,21	0,19	0,404	0,415	33,0	30,1	0,75	1,13	1,12	1,03	0,98	0,54	1,10
1,40 × 1,65	0,47	0,24	0,398	0,423	30,2	32,1	0,83	0,88	1,33	1,15	1,02	0,60	1,05
2,00 × 2,00	0,75	0,26	0,379	0,419	31,2	31,6	1,02	1,06	1,42	1,13	1,04	0,53	1,19
3,00 × 3,00	(0,63)	0,34	(0,353)	0,385	(31,4)	33,1	(0,94)	1,25	1,61	1,32	1,13	0,63	1,34
3,50 × 3,50	0,96	0,34	0,321	0,384	32,3	32,3	1,14	1,30	1,70	1,46	1,26	0,61	1,56

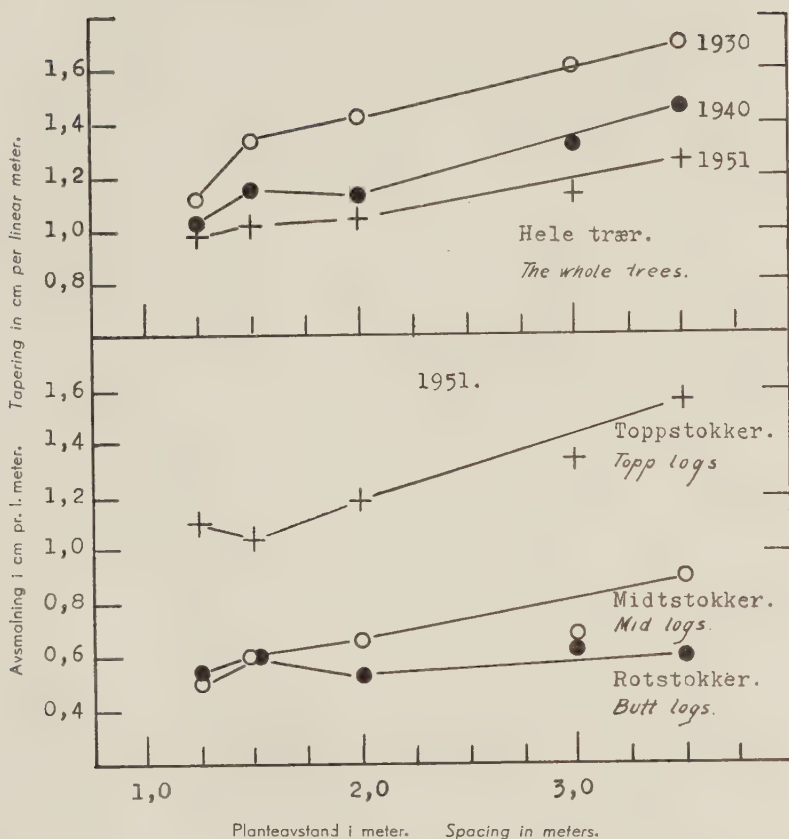


Fig. 2.

vil bestandene med mindre planteavstand på den tid ha mindre kvist, da de allerede har vært sluttet i en rekke år. Se tabell 1. Kvistene har stoppet i tykkelsestilvekst og dødd ut på den del av stammen som påvirkes av tettheten, mens stammens volum stadig øker. Jo flere år bestandet står sluttet, desto mindre av den indre kvistrike sone blir det i forhold til stammens volum. Stammevolumet utenfor den indre sone vil etter hvert dominere slik over det kvistrike stammevolumet i treets første år, at kvistprosenten stadig vil gå tilbake. Dette virker til å jevne ut kvistmengden mellom feltene og stadig mer jo flere år det går etter at feltene med de største planteavstander har sluttet seg.

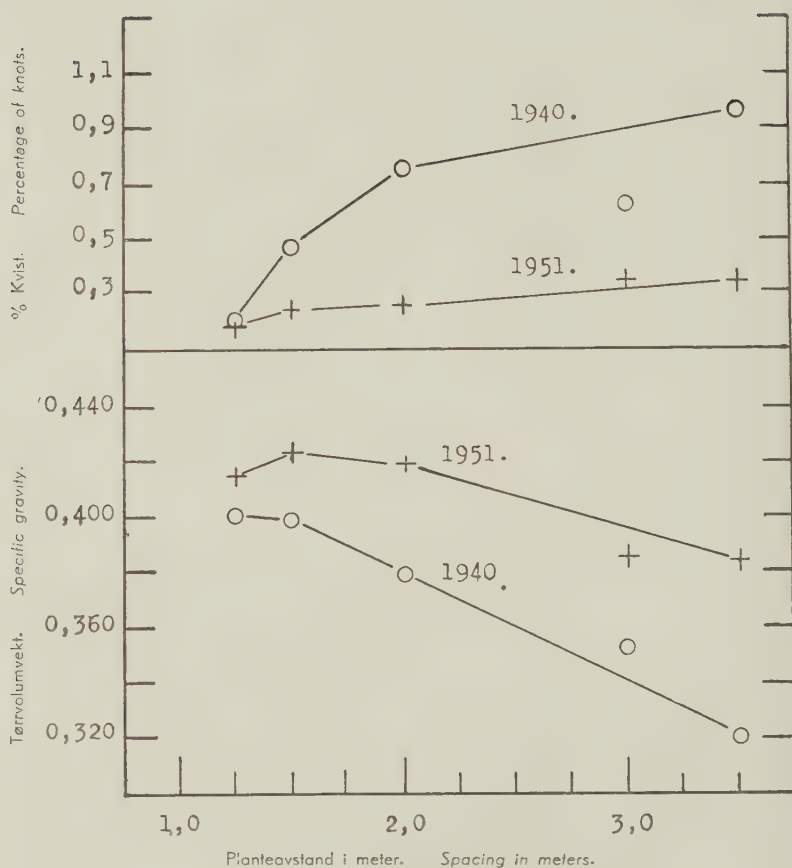


Fig. 3.

Tabell 3 og figur 3 viser at det i 1951 er liten forskjell mellom kvistmengdene ved 1,5 m og 2 m. Og tallene for 3,5 m synes å vise at det i 1951 bare er en svak stigning i kvistmengden også ved større planteavstander enn 2 m. På fig. 2 og 3 er verdiene for planteavstandene 1,3 m, 1,5 m, 2 m, og 3,50 m forbundet med linjer da disse har meget nær den samme bonitet, og derfor best kan sammenliknes.

2. Volumvekt.

Rubrikkene for tørrvolumvekten i tabell 3 og fig. 3 viser at i 1940 var det større forskjell på volumvekten ved ulike

Tabell 4. Midlere brysthøydiameter av tynningsuttak til 40 års alder.

Table 4. Average D.b.h. of thinning up to 40 years.

Planteavstand i m <i>Spacing in meters</i>	1,25 × 1,40	1,40 × 1,65	2,00 × 2,00	3,00 × 3,00	3,50 × 3,50
Middel $D_{1,3}$ i cm.... <i>Average D.b.h in cm.</i>	10—11	14—15	20—21	26—27	32—33
Samlet tynningsuttak i m ³ /ha <i>Total thinning in m³/ha.</i>	129	126	96	29	10

planteavstander enn det var i 1951. I 1940 hadde den ytre, mer smalringete sone ikke gjort seg så sterkt gjeldende for de større planteavstander som for de mindre. I 1951 hadde alle planteavstander derimot en bred ytre sone med smalringet ved, og dette har jevnet ut forskjellen i volumvekt mellom planteavstandene. Det er her den samme utjevningen for volumvekten som for kvistmengden.

Ser en på planteavstandene 1,5 og 2 m, er det i 1951 ikke lenger noen vesentlig forskjell i volumvekten. Planteavstanden 3,5 m henger ennå litt etter.

3. Lignin og eterekstrakt.

Lignin og harpiks varierer som det framgår av tabell 3 uten noen sammenheng med planteavstanden. Det kan heller ikke sees noen bestemt forandring fra 1940 til 1951. Nå er variasjonene i lignin og harpiksmengde ofte meget små selv innenfor trær med stor forskjell i veksthurtighet. En finner ofte større variasjon mellom to trær av samme dimensjon og alder fra samme bestand enn en finner mellom yngre og eldre trær i samme bestand.

4. Årringbredde og sommerved.

I tabell 5 er satt opp årringbredde og sommervedprosent for indre og ytre sone. Årringbredde, sommervedprosent og volumvekt for indre sone er satt likt for alle planteavstander. Dette er gjort dels fordi årringbredde, sommervedprosent og

Tabell 5. Årringbredde og % sommerved i indre og ytre sone.
 Table 5. Width of annual rings and percentage of summerwood in the inner
 the outer zone.

Planteavstand i m <i>Spacing in meters</i>	Indre sone <i>The inner zone, broad rings</i>				Ytre sone <i>The outer zone, narrow rings</i>			
	Antall år <i>Number of years</i>	Årringbredde i mm <i>Annual ring width in mm</i>	% Sommerved <i>Percentage of summer wood</i>	Volumvekt r_0 <i>Specific gravity (Density dry)</i>	Antall år <i>Number of years</i>	Årringbredde i mm <i>Annual ring width in mm</i>	% Sommerved <i>Percentage of summer wood</i>	Volumvekt r_0 <i>Specific gravity (Density dry)</i>
1,25 × 1,40	18	↑	↑	↑	28	2,5	17,6	0,422
1,40 × 1,65	20				26	2,8	16,3	0,425
2,00 × 2,00	24	5,1	9,6	0,351	26	2,3	22,2	0,430
3,00 × 3,00	28				19	1,9	23,8	0,426
3,50 × 3,50	33	↓	↓	↓	16	2,3	19,0	0,416

volumvekt for den indre sone var den samme for de tre største planteavstander, og dels fordi volumvekten og sommervedsonen var meget vanskelig å måle nøyaktig på prøvene fra planteavstanden 1,3 og 1,5 m. Den indre sone for disse planteavstander i 25 % av stammehøyden var nemlig meget liten og inneholdt bare fra 4—6 årringer. For årringer som ligger så nær margin, vil også en måling av sommervedsonen og volumvekten ofte bli meget unøyaktig da disse årringer bl.a. ofte har tennardanelse. Dette var også tilfelle med de uttatte prøver i dette materialet. Den mulige feil som her gjøres ved beregningen av tørrstoffproduksjonen for planteavstandene 1,3 m og 1,5 m, vil i tilfelle bli uten betydning, da den indre sone for de minste planteavstander bare utgjør en liten del av den samlete produksjon. Se tabell 6.

For ytre sone hvor målinger for alle planteavstander er utført, øker sommervedsonen når årringbredden blir mindre. Derimot er sambandet mellom sommervedsone og volumvekt og mellom årringbredde og volumvekt ikke tydelig, da det her er liten forskjell i volumvekt mellom planteavstandene.

Årsaken kan være at forskjellen i årringbredde og sommervedbredde mellom de forskjellige planteavstander er så liten

for ytre sone, at det er faktorer i selve cellebygningen som dominerer over årringbreddens og sommervedens betydning for volumvekten. Det er tidligere påvist at forskjellige trær med samme årringbredde og sommervedprosent kan gi forskjellig volumvekt. KLEM (1934). Dette henger sammen med forskjellig tykkelse av celleveggene i de forskjellige trær.

Metodene til måling og beregning av den midlere sommervedsone og den midlere årringbredde er ennå ikke nådd fram til standardisering. Metodene kan bl.a. avhenge av trærnes vekstforløp fra marg til bark. Det kan også bli spørsmål om tidsbesparende metoder og den nøyaktighet en mener er nødvendig.

For beregning av den midlere sommerved og den midlere årringbredde har NYLINDER (1952) utarbeidet approximative, tidsbesparende metoder. Da det ikke ble lagt så stor vekt på sommervedsonens andel i veden i dette arbeid, og da Nylinders metodestudier ble offentliggjort etter at analysene var utført, ble hans metoder ikke prøvet i dette arbeid.

Er det derimot større forskjell i årringbredden enn det her er i den ytre sone for alle planteavstander, vil store årringbredder som regel ha en mindre sommervedsone og en lavere volumvekt enn små årringbredder, særlig når trærne er fra samme bonitet. Dette går tydelig fram når en sammenlikner årringbreddene fra indre og ytre sone i tabell 5.

5. Avsmalning.

I tabell 3 og fig. 2 er avsmalningen i cm pr. 1. meter satt opp for hele stammen til treets topp. Verdiene er fra årene 1930, 1940 og 1951. Forskjellen i avsmalning for hele treet innen de enkelte planteavstandene blir stadig mindre jo eldre bestandene blir. Det er her den samme utjevning mellom bestandene som det var for kvistmengden og volumvekten.

For planteavstandene 1,5 og 2 m er det i 1951 meget liten forskjell i trærnes form.

Avsmalningen for planteavstanden 3,5 m er fremdeles litt større sammenliknet med de mindre planteavstandene. Men formforbedringen selv for denne store planteavstand har gått meget raskt etterat bestandet sluttet seg. Det samme viser også A. M. MACKENZIE (1951).

I tabell 3 er avsmalningen også regnet ut for rotstokker, midtstokker og toppstokker for alle planteavstander i 1951. Se også fig. 2.

Sammenliknes her planteavstandene 1,5 m, 2 m og 3,5 m er det liten forskjell i avsmalningen for rotstokkene fra minste til største planteavstand. Stokkenes lengde er fra de tre planteavstander henholdsvis 4,3 — 4,9 og 5 m. Den kortere lengde og den litt dårligere avsmalning for 1,5 m skriver seg antagelig fra den lavere alder, som gir noe mindre trehøyder.

For midtstokkene øker avsmalningen en del med økende planteavstand.

For toppstokkene er det foreløpig en større økning i avsmalningen med økende planteavstand. Det er derfor vesentlig toppstokkenes forskjellige avsmalning som gjør at avsmalningen for hele trestammen i 1951 enda er litt større ved stigende planteavstand.

III. Tørrstoffproduksjonen i kg pr. ha og skurlastens kvalitet.

1. Tørrstoffproduksjonen.

Tabell 6 viser den totale produksjon av tørrstoff i kg pr. ha for alle planteavstander fram til 1949. Figur 4 viser den totale tørrstoffproduksjon uttrykt i prosent for alle planteavstander. Planteavstanden 3 m har som nevnt en bedre bonitet med større produksjon og faller derfor ut av rekken.

Den totale produksjon i tørrstoff er regnet ut som en sum av produksjonen før de enkelte bestand har sluttet seg (indre sone) og av produksjonen etter at bestandene har sluttet seg (ytre sone) fram til siste revisjon i 1949.

Tabellen viser at den totale tørrstoffproduksjon inntil 44 år synker med økende planteavstand. Produksjonen i planteavstanden 2 m er 91 % og i 3,5 m 69,2 % av produksjonen i planteavstanden 1,5 m.

Etter en skjønnsmessig korrigering av boniteten for planteavstanden 3 m vil den totale tørrstoffproduksjon for denne planteavstand ligge på ca. 77 % av planteavstanden 1,5 m.

Tabell 6. Total tørrstoffproduksjon i kg/ha. Bestandsalder 44 år.
 Table 6. Total production of dry matter in kg/ha. Age of stands 44 years.

Plavstand i m <i>Spacing in meters</i>	Indre sone <i>Inner zone</i>			Ytre sone <i>Outer zone</i>			Sum tørr- stoffpro- duksjon kg/ha total <i>Production of dry mat- ter kg/ha.</i>	Tørrstoff- produksj. i % <i>Production of dry matter in percent</i>	Tørrstoff- produksj. i kg/ha år <i>Production of dry matter in kg/ha. year</i>
	Produksj. m ³ /ha <i>Production m³/ha</i>	Vol.vekt kg/m ³ <i>Specific gravity kg/m³</i>	Tørrstoff- produksjon kg/ha <i>Dry matter kg/ha</i>	Produksj. m ³ /ha <i>Production m³/ha.</i>	Vol.vekt. kg/m ³ <i>Specific gravity kg/m³</i>	Tørrstoff- prod.kg/ha <i>Dry matter kg/ha.</i>			
1,25×1,40	50	351	17.550	576	422	243.072	260.622	108,8	5.923
1,40×1,65	60	351	21.060	514	425	218.450	239.510	100,0	5.443
2,00×2,00	100	351	35.100	425	430	182.750	217.850	91,0	4.951
3,00×3,00	180	351	63.180	364	426	155.064	218.244	91.1	4.960
3,50×3,50	220	351	77.220	213	416	88.608	165.828	69,2	3.769

Den forskjell i totalproduksjon av tørrstoff som gjør seg gjeldende mellom planteavstandene, kommer mest av den ulike produksjon de forskjellige planteavstander har før de sluttet

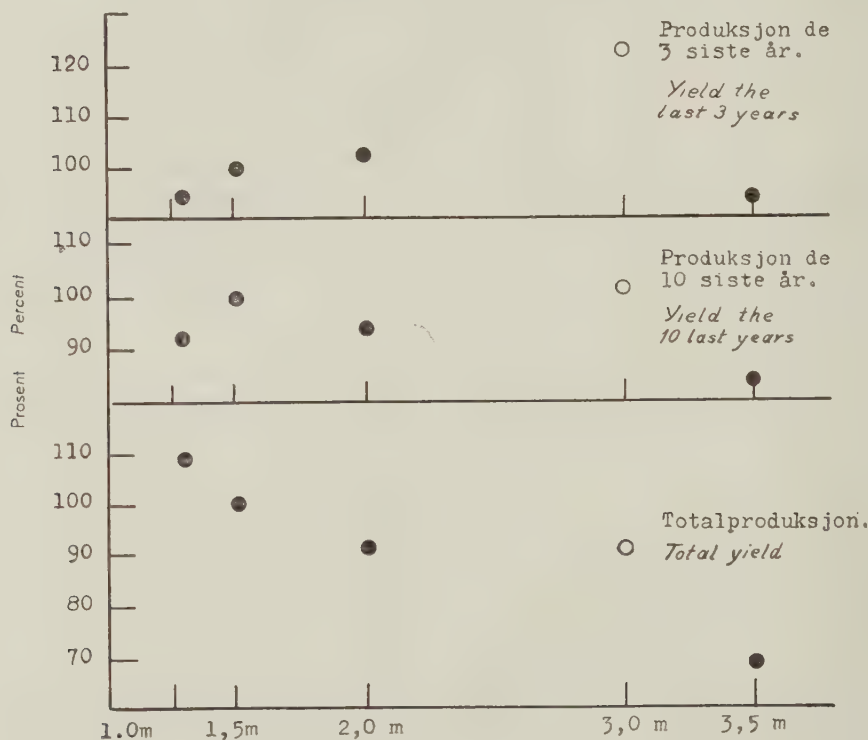


Fig. 4. Tørrstoffproduksjon uttrykt i prosent av produksjonen på planteavstand 1,5 m.

Yield of dry matter in percent of the yield from spacing 1.5 m.

seg, m.a.o. forskjellen i størrelsen av den indre bredringete sone. Se andre rubrikk i tabell 6. Denne produksjon har jo en lav volumvekt, og den utgjør en stadig større del av totalproduksjonen jo større planteavstanden blir.

Når alle bestand har sluttet seg, vil de etter hvert produsere like stor kubikkmasse og like mye tørrstoff, da volumvekten på veden også blir den samme.

Den merproduksjon i total tørrstoffproduksjon som de tettere planteavstander har, vil derfor vesentlig falle på de

Tabell 7. Tørrstoffproduksjon i kg/ha.
Table 7. Yield of dry matter in kg/ha.

Planteavstand i m <i>Spacing in meters</i>	Siste 10 år <i>Last 10 years</i>						Siste 3 år <i>Last 3 years</i>					
	Vol. tilvekst m³/ha <i>Vol. increment m³/ha</i>			Tørrstoffproduksjon <i>Yield of dry matter</i>			Vol. tilvekst m³/ha <i>Vol. increment m³/ha</i>			Tørrstoffproduksjon <i>Yield of dry matter</i>		
	Ar. midd. <i>Average annual increment</i>	Total tilvekst <i>Total increment</i>	Vol.vekt <i>Specific gravity</i>	Kg/ha <i>Kg/ha</i>	%	Kg/ha år <i>Kg/ha year</i>	Ar. midd. <i>Average annual increment</i>	Total tilvekst <i>Total increment</i>	Vol.vekt <i>Specific gravity</i>	Kg/ha <i>Kg/ha</i>	%	Kg/ha år <i>Kg/ha year</i>
1,25 × 1,40	20,2	202	0,422	85 244	91,6	8 524	17,1	51,3	0,422	21 649	94,9	7 216
1,40 × 1,65	21,9	219	0,425	93 075	100,0	9 308	17,9	53,7	0,425	22 822	100,0	7 608
2,00 × 2,00	20,4	204	0,430	87 720	94,2	8 772	18,3	54,9	0,430	23 607	103,4	7 869
3,00 × 3,00	22,3	223	0,426	94 998	102,1	9 500	22,0	66,0	0,426	28 116	123,2	9 372
3,50 × 3,50	18,8	188	0,416	78 208	84,0	7 821	17,0	51,0	0,416	21 216	93,0	7 072

første tynningsuttak før de større planteavstander har sluttet seg helt. Etter den tid vil tørrstoffproduksjonen raskt jevne seg ut mellom de forskjellige planteavstander. Dette vil framgå av tabell 7 og fig. 4. Her er tørrstoffproduksjonen regnet ut for de 10 siste og for de 3 siste år for alle planteavstander, dvs. fra 1940 til 1949 og fra 1947 til 1949. Volumtilveksten i m^3 , og volumvekten av veden er her blitt meget like for alle planteavstander. Særlig for de 3 siste år har tørrstoffproduksjonen i kg pr. ha meget nær jevnet seg helt ut for alle planteavstander. En unntagelse viser også her planteavstanden 3 m.

De mindre uregelmessigheter som en finner i tørrstoffproduksjonen ved de ulike planteavstandene for de 10 siste år kan neppe tillegges så stor vekt. Det er bl.a. ikke sikkert at den årlig løpende tilvekst kulminerer for alle planteavstander ved samme alder. Bare dette kan føre til de uregelmessigheter som er kommet fram i tabellen. For de 10 siste år har derfor planteavstandene 1,3, 1,5 og 2 m meget nær produsert samme tørrstoffmengde pr. ha. Men det er tydelig at planteavstanden 3,5 m enda har en mindre produksjon av tørrstoff enn de øvrige. Men for de 3 siste år er det intet som tyder på at produksjonen av tørrstoff blir mindre med økende planteavstand helt opp til 3,5 m.

Den årlige middelproduksjon av tørrstoff i kg pr. ha for høy bonitet vil ligge høyere enn det som framgår av tabell 6, fordi bestandene ennå ikke har nådd kulminasjonstiden for middeltilveksten.

2. Skurlastens kvalitet.

I tabell 8 er satt opp de skårne plankedimensjoner for hver planteavstand. Det viser seg at skurlastkvaliteten synker en del med økende planteavstand.

Planteavstandene 1,3 m og 1,5 m gir meget nær de samme plankekvaliteter. Planteavstanden 2 m gir i dette materialet ingen 3. sort, men alle planker går i 4. sort.

Planteavstanden 3 m gir åtte planker i 4. sort og to planker i 5. sort. En stokk ble her uteglemt ved skuren.

For planteavstanden 3,5 m er det blitt åtte planker i 4. sort og fire i 5. sort. Alle nedslag er gjort utelukkende for kvist.

Tabell 8. Skurlastkvalitet.

Table 8. Lumber quality.

Planteav- stand i m <i>Spacing in meters</i>	Planke nr. 1 <i>Plank no. 1</i>			Planke nr. 2 <i>Plank no. 2.</i>		
	Dimensj. <i>Size</i>	Sort <i>Grade</i>	Anmerkning <i>Remark</i>	Dimensj. <i>Size</i>	Sort <i>Grade</i>	Anmerkning <i>Remark</i>
1,25 × 1,40	2½ × 5	3		2 × 5	3	
	2½ × 5	3		2 × 5	3	
	2½ × 5	3		2 × 5	3	
	2 × 4	3		2 × 4	4	Små svartkvist ¹⁾
	2 × 4	4		2 × 4	4	
	2½ × 5½	4		2 × 5½	4	
1,40 × 1,65	2 × 4½	3		2 × 4½	3	
	2 × 4	3		2 × 4	3	
	2½ × 5	4		2 × 5	3	
	2½ × 5½	3		2½ × 5½	4	
	2½ × 5	4		2 × 4½	4	
	1½ × 3½	4		1½ × 3½	4	
2,00 × 2,00	3 × 6	4		2½ × 6	4	
	2½ × 5	4		2½ × 5	4	
	2 × 4	4		2 × 4	4	
	2½ × 7	4		2½ × 7	4	
	2½ × 5½	4		2½ × 5½	4	
	2½ × 5	4	Små tørre kv. ²⁾	2½ × 5	4	
3,00 × 3,00	2½ × 7	4		2½ × 7	4	
	3 × 6	4		3 × 6	4	
	2½ × 6	4		2½ × 6	4	
	3 × 7	4		3 × 7	5	Svartkvist (bark rundt) ³⁾
	2½ × 5	4		2½ × 5	5	Kvistkrans på midten ⁴⁾
3.50 × 3.50	3 × 6	4		2½ × 6	4	
	2½ × 5	4		2½ × 5	4	
	2½ × 7	4		2½ × 7	4	
	2 × 4½	4		2 × 4½	4	
	3 × 6	5	Kvistkrans nær toppen ⁴⁾	2½ × 6	5	Kvistkrans nær toppen ⁴⁾
	2½ × 6	5	Svartkvist ³⁾	2½ × 6	5	Svartkvist ³⁾

Andre feil kan ikke sees å ha noe med planteavstanden å gjøre.

Denne gradvise synkning i plankekvaliteten med økende planteavstand er i disse unge bestand helt naturlig. I følge

1) Small encased black knots.

2) Small encased knots.

3) Black knots.

4) Branched knots.

tabell 1 sluttet trærne i planteavstanden 1,5 m seg etter 20 år, mens de i planteavstanden 3,5 m ikke sluttet seg før de var 33 år. Trærne i de større planteavstander hadde innen de sluttet seg, utviklet grovere kvister i den indre bredringete sone. Men etter hvert som den ytre smalringete sone også tiltar for trærne på de større planteavstander, vil kvaliteten her også bedre seg hva kvistmengden angår. Se tabell 3. Utfallet av skurlasten vil derfor jevne seg ut mellom planteavstandene. Særlig vil dette være tilfelle for planteavstandene 1,5 m og 2 m.

Da det ble skåret bord bare fra stokkene på planteavstanden 3,5 m, er det her ikke anledning til noen sammenlikning.

De skårne planker er oppbevart for å foreta en ny kvalitetsbedømmelse ettersom de nye sorteringsregler er tatt i bruk.

Undersøkelsen av den tømmerkvalitet som planteavstandene gir, vil bli foretatt med visse års mellomrom framover i tiden.

Sammendrag.

I granbestand av høy bonitet er virkeskvaliteten undersøkt for planteavstandene 1,3 m, 1,5 m, 2 m, 3 m og 3,5 m.

Bestandenes alder er ikke helt den samme, se tabell 1. Tørrstoffproduksjonen i kg pr. ha er beregnet for en alder av 44 år for alle bestand.

I bestandenes første år vil kvaliteten av trærne innen de forskjellige planteavstander bli dårligere med økende planteavstand inntil bestandene slutter seg. Etter at alle bestand har sluttet seg vil en i alle planteavstander som her er undersøkt meget nær få den samme vedkvalitet, både med hensyn på årringbredde, kvistmengde og volumvekt. Jo lengere tid bestandene blir behandlet med full produksjon for øye, desto mer vil kvaliteten mellom planteavstandene jevne seg ut.

Den bedre kvalitet som de mindre planteavstander har i yngre alder skyldes at de tettere bestand slutter seg tidligere enn de mer glisne bestand.

Jo mindre forskjell det er mellom planteavstandene, m.a.o. jo mindre forskjell det er i den tid som går med før bestandene slutter seg, desto hurtigere vil kvaliteten mellom planteav-

standene jevne seg ut. Den forskjell det var i kvalitet i ung alder mellom planteavstandene 1,5 og 2 m er blitt utjevnet i bestandenenes 40.—44. år.

Forskjellen i tømmerets kvalitet mellom planteavstandene, særlig for 1,5 og 2 m, vil derfor i det vesentlige gjøre seg gjeldende i yngre alder.

Dimensjonene for samme alder øker raskt med stigende planteavstand. Se tabell 4.

The Influence of Spacing on Spruce Quality.

Investigations were carried out with Norway spruce from test plots operated by the Norwegian Forest Research Institute at the estate of Hermann Løvenskiold at Fossum.

The necessary data concerning the various plots, such as location, number of plots, plant spacing, and description of stands, may be found in the Reports of the Norwegian Forest Research Institute, BRAATHE (1952). Among other things, this investigation deals with the yield, conditions relative to the dimensions, and progress of growth for the various spacings.

The purpose of this work was to examine the following:

1. The wood quality at different spacings and the changes which have occurred in the wood quality from the first investigation made in 1940¹ up to the last remeasurement of 1951.
2. The effect of the plant spacing upon the total production of dry matter expressed as kg per hectare, and also upon the production of dry matter after all stands have closed.
3. The bearing of various spacings upon the lumber quality.

The quality factors investigated are amount of knots, specific gravity of the wood, the amount of lignin and extracts obtained, width of annual rings, percentage of summer wood, and tapering.

The investigations comprised the following five spacings: 1.25×1.40 m, 1.40×1.65 m, 2.00×2.00 m, 3.00×3.00 m, 3.50×3.50 m. In the text the various spacings are for practical reasons referred to by the designations 1.3 m, 1.5 m, 2 m, 3 m, and 3.5 m.

¹ Reports from the Norwegian Forest Research Institute, Vol. 28 Gustav G. Klem (1942).

For each spacing, three trees were chosen which were representative of the stand. The diameter breast high and height were as near the mean diameter and the mean height of the stand as at all possible. All sample trees were selected inside the stand in order to avoid any border trees. The stand quality is expressed by the mean values of the three sample trees.

II. The Effect of Different Spacing upon the Qualiity.

Table 1 shows the number of years in the inner and outer zone for the various spacings, indicating the time required by the stands for crown closing and the length of the subsequent growing period up to 1951.

Fig. 1 shows increment borer samples at breast height for the various spacings. The borer samples have been drawn as a mean of the samples taken from each of the three sample trees. The age up to breast height was 9 years.

In later comparisons among the various spacings the greatest importance should be attached to a comparison of the values for the spacings 1.3 m, 1.5 m, 2 m, and 3.5 m, since these spacings are on similar sites.

The 3-m spacing, however, is on a better site than the others.

1. Amount of knots.

Tables 2 a and b give the separate values from measurements made in 1940 and 1951 concerning the amount of knots, specific gravity, and tapering for all sample trees.

Table 3 and Figs. 2 and 3 contain the mean values of the various quality factors recorded for all spacings in 1940 and 1951.

The columns in Table 3 specifying the amount of knots show that in 1940 the amount of knots had increased with increasing spacing. In 1951, however, this had been evened out so that the difference in the amount of knots for the various spacings was insignificant. The lower amount of knots found for the closer spacings is therefore most noticeable when the trees are young and the dimensions small. Table 4 gives the breast-height

diameter for the majority of the trees removed in thinnings, also the total volume of the thinnings for each spacing. It is seen that the dimensions of the thinnings increased strongly with increasing spacings. For the 1.5-m and the 2-m spacings, the breast-height diameter of the trees removed increased from 14—15 to 20—21 cm. See also Tables 2—8 in BRAATHE's report (1952).

The differing amount of knots for the various spacings in the first years is due to the fact that the variously spaced stands close at different times. Hence, if the amounts of knots are being compared immediately after the largest spacing of 3.5 m has closed, that is at an age of 33 years, the more closely spaced stands have at that time less knots, as they have been closed for a number of years already. See Table 1. The diameter increment of the branches has stopped and they have died out on the part of the trunk affected by the stand density, whereas the volume of the trunk is steadily increasing. Thus, the older the stand gets after closing, the lower is the amount of knots of the inner zone in proportion to the trunk volume. The trunk volume outside the inner zone will gradually become so dominant in relation to the trunk volume of the first years, when the amount of knots was high, that the percentage of knots becomes steadily lower. This tends to even out the amount of knots among the various spacings, this equalization increasing with the years that pass after the largest spacings have closed.

Table 3 and Fig. 3 show that in 1951 there was little difference in the amount of knots for 1.5 m and 2.0 m. Moreover, the figures for 3.5 m seem to indicate that in 1951 the amount of knots had increased only slightly even at spacings larger than 2.0 m. In Figs. 1 and 2 the values for the spacings 1.3 m, 1.5 m, 2 m, and 3.5 m have been connected with lines, since these are on very similar sites and therefore most comparable.

2. Specific gravity.

In Table 3 and Fig. 3 the columns giving the true specific gravity show that in 1940 the differences in specific gravity for the various spacings were more pronounced than in 1951.

In 1940, the outer zone with the narrower rings had not become so prevalent in the open spacings as in the close spacings. In 1951, on the other hand, a wide outer zone with narrow-ringed wood was found for all spacings. Thus the differences in specific gravity among the various spacings were evened out. The equalization of specific gravity here shown is similar to that noted for amount of knots.

Looking at the 1.5-m and the 2-m spacings, no appreciable difference is found in the specific gravity in 1951. The spacing of 3.5 m is still somewhat behind.

3. Lignin and ether extracts.

It is seen from Table 3 that the content of lignin and extracts varies with no relation to the plant spacing, nor is it possible to find any definite change from 1940 to 1951.

4. Width of annual rings and summer wood.

Table 5 gives the width of annual rings and percentage of summer wood for the inner and outer zones. The width of annual rings, percentage of summer wood, and specific gravity for the inner zone are the same for all spacings.

In the case of the outer zone, the zone of summer wood increases as the annual rings become narrower, but the relation of summer-wood zone to specific gravity and of width of rings to specific gravity is not clear, as only slight differences exist among the specific gravities for the various spacings.

The reason may be that the difference among the various spacings concerning width of rings and width of summer wood is so slight for the outer zone that factors in the very structure of the cells dominate the importance of width of annual rings and summer wood with regard to specific gravity. KLEM (1934). This is associated with different thickness of the cellular walls in the different trees.

If, on the other hand, the difference in the width of the annual rings is greater than here shown in the outer zone for all spacings, then the wide annual rings will generally have

a smaller zone of summer wood and a lower specific gravity than the narrow annual rings, especially when the trees are from similar sites. This emerges clearly when a comparison is made between the width of the annual rings from the inner and outer zone as recorded in Table 5.

5. Tapering.

In Table 3 and Fig. 2 the tapering expressed in cm per linear meter is given for the entire trunk to the top of the tree. The values are from the years 1930, 1940, and 1951. The variation in tapering for the whole tree within each spacing is steadily reducing as the stands grow older. The same kind of equalization takes place among the stands as shown for amount of knots and specific gravity.

For the 1.5-m and the 2-m spacings the difference in the shape of the trees was very slight in 1951.

For the 3.5-m spacing the tapering was still somewhat behind as compared with the closer spacings, but even for this open spacing the improvement in shape developed very rapidly after the closure of the stand. This has also been shown by A. M. MACKENZIE (1951).

In Table 3 the tapering has been computed for butlogs, midlogs, and toplogs for all spacings in 1951. See also Fig. 2.

If a comparison is made among the spacings 1.3 m, 1.5 m, 2.0 m, and 3.5 m, the tapering of the butlogs varies little from the shortest to the largest spacing. The length of the logs from the four spacings are 4.8 m, 4.3 m, 4.9 m, and 5.0 m, respectively. The shorter logs and the somewhat poorer tapering for 1.5 m are probably due to the younger age which gives a lower tree height.

To some degree the tapering of the midlogs increases with larger spacings.

As yet, the tapering of the toplogs increases greatly with increasing spacing. Hence the fact that in 1951 the tapering of the whole log had not been completely evened out for all spacings was primarily due to the different tapering of the toplogs.

III. The Dry-matter Production expressed in kg per Hectare and the Lumber Quality.

1. Dry-matter production.

Table 6 shows the total production of dry matter in kg per hectare for all spacings up to 1949.

Fig. 4 shows the total production of dry matter expressed as the percentage value for all plant spacings. As mentioned already the 3-m spacing is on a better site with a larger production and for this reason it is not included.

The total dry-matter production has been calculated as the sum total of the production prior to closure of the stands (inner zone) and the production after the closure of the stands (outer zone) up to the last remeasurement of 1949.

It is seen from the table that up to an age of 44 years the dry-matter production decreases with increasing spacing. Compared with the 1.5-m spacing, the production for a 2-m spacing is 91 %, and only 69 % for a spacing of 3.5 m.

With due allowance made for the site, it may be estimated that the total dry-matter production for a spacing of 3 m is about 77 % of that measured for the 1.5-m spacing.

The difference in total production of dry matter which is found for the various spacings is primarily owing to the different yield obtained before the stands close, or in other words to different size of the inner broad-ringed zone. See second column in Table 6. This yield has a low specific gravity and as the spacing increases, it constitutes a progressively greater proportion of the total.

However, when all stands have closed, the solid volume and the dry-matter production gradually become the same since the specific gravity of the wood also becomes the same. This appears from Table 7 and Fig. 4. Here the dry-matter production has been computed for the ten and the three last years for all spacings, i.e. for the 1940-49 period and the 1947-49 period. It is seen that the volume increment (m^3) and the specific gravity of the wood have become very similar for all spacings. Notably for the last three years the dry-matter production (kg/ha) is very nearly the same for all spacings, but also in this case the 3-m spacing form an exception.

No great importance should be attached to the small irregularities found in the dry-matter production for the various spacings during the last ten years. For one thing, it is not sure whether the annual increment culminates at the same age for all spacings. This alone may lead to such irregularities as are shown in the table. Thus for the last ten years the dry-matter production per hectare has been very nearly the same for the spacings of 1.3 m, 1.5 m, and 2.0 m. Yet it is quite clear that the 3.5-m spacing still has a lower production of dry matter than the others, but for the last three years there is nothing to indicate that the dry-matter production should drop when the spacing increases to 3.5 m.

The mean annual production of dry matter (kg/ha) for a very good site will be over that shown in Table 6 because the stands here measured have not yet reached the time of mean-increment culmination.

2. Lumber quality.

Table 8 gives the lumber dimensions for each spacing. It appears that the lumber quality becomes somewhat lowered as the spacing increases.

The 1.3-m and the 1.5-m spacings give very nearly the same board qualities. In this material the 2-m spacing gives no Grade A, all boards being assigned to Grade B.

Looking at the 3-m spacing, it appears that 8 boards are in Grade B and 2 boards in Grade C. In this case one log was overlooked in the sawing.

For the 3.5-m spacing, 8 boards were placed in Grade B, and 4 in Grade C. All reductions in grading were made because of knots exclusively. Apparently no other faults can be associated with the spacing.

In these young stands, the gradual lowering of board quality with increasing spacing is quite natural. According to Table 1, the 1.5-m-spaced stands closed after 20 years, whereas the stand with the 3.5-m-spacing required 33 years. Prior to closing, the more open stands had developed coarser knots in the inner wide-ringed zone than had the denser stands. However, as the outer, narrow-ringed zone also increases for the more widely

spaced trees, the quality as measured by amount of knots, will also improve. See Table 3. The resultant quality of the lumber output will therefore eventually become evened out among the various spacings, especially between the 1.5-m and the 2-m spacings.

As boards were cut of logs from the 3.5-m spacing only, no comparisons may be made on this point.

In the future, investigations will be conducted at recurring intervals regarding the lumber quality obtained for the different spacings.

Litteratur.

- BRAATHE, PEDER: Planteavstandens virkning på bestandsutvikling og masseproduksjon i granskog. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen, nr. 39, 1952.
- KLEM, G. GUSTAV: Planteavstandens innflytelse på granvedens og sulfitcellulosens kvalitet. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen, nr. 28, 1942.
- MACKENZIE, A. M.: Spacing Experiments in Conifers. Forestry Commission. Report on Forest Research, London, 1951.
- NYLINDER, PER: Beräkning av höstvedhalt och medelårsringsbredd. Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut, Band 40, Nr. 10. Stockholm, 1951.

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

KNUT MIKAElsen

Hurtigmetode for
kromosomundersøkelser i vegetative
skudd hos gran og bjørk

*Rapid Squash Methods for
Chromosome Studies in Vegetative
Buds of Spruce and Birch*

Innhold.

I. Innledning	511
II. Materialet og dets behandling.	512
III. Knopp utvikling og delingsaktivitet	
1. Celledelingintensitet etter vinterdvalen	513
2. Knoppstørrelsens betydning	515
3. Celledelingens døgnrytme	515
IV. Cytologisk metodikk:	
1. Oversikt over anvendt metode	516
2. Forbehandling	516
3. Fiksering	517
4. Hydrolyse	517
5. Farging og framstilling av preparatene	518
6. Semipermanente og permanente preparater	519
V. Sammendrag	519
<i>Rapid squash methods for chromosome studies in vegetative buds</i> <i>of spruce and birch</i>	521
VI. Litteratur	523

I. Innledning.

Til kromosomundersøkelser hos planter brukes vanligvis vevet i rotspissmeristemet eller blomsterknoppene.

Hos treslagene kan det by på visse vanskeligheter å være avhengig av å gjøre kromosomstudier i denslags vev. Det ville derfor være av betydning å finne en cytologisk teknikk som gjør det mulig å benytte også andre former av meristem. For bartrærne har det dessuten vist seg vanskelig å finne metoder som ga tilstrekkelig distinkt farging av kromosomene. Kromosomene forblir selv i metafasen lange, lite kontraherte tråder som ligger mer eller mindre innfiltret i hverandre.

Hensikten med dette arbeid var å bøte på disse mangler ved å utarbeide metoder som muliggjorde sikker bestemmelse av kromosomantall og nøyere studier av enkeltkromosomer hos våre vanligste treslag på grunnlag av lett tilgjengelig materiale.

Opptakten ble gjort vinteren 1949. Grankvister i vinterdvale ble satt i vann og drevet fram i drivhus. Knoppene ble undersøkt etter hvert som de utviklet seg. Det viste seg at knoppene ikke hadde avsluttet sin delingsvekst da vinterdvalen inntrådte, slik at det var mulig å finne celledelinger i knoppene.

Videre forberedende undersøkelser utover våren ga godt håp om at kvister av gran og muligens andre bartrær innsamlet i vintertiden kunne brukes til kromosomcytologiske studier.

Det norske Skogsforsøksvesen ved forsøkslederen i plante-foredling, T. RUDEN, viste interesse for disse forsøkene og skaffet materiale og midler til veie for mer omfattende undersøkelser. Disse ble utført i tiden mars til august 1950.

Foruten å søke en teknikk for god farging og mer kontraherte

kromosomer, tok undersøkelsen også sikte på å finne hva slags vev i knoppene som egnet seg best for studier, og hvilket tidspunkt eller stadium som ga den høyeste delingsintensitet.

Det ville være av interesse senere å kunne tillemppe liknende teknikk for andre treslag og en del løvtrær, spesielt bjørk, ble derfor også samlet inn og undersøkt.

II. Materialet og dets behandling.

Det foreliggende materiale besto først og fremst av gran, *Picea abies* (L.) Karst., fra forskjellige deler av Østlandet: Ås, Siljan, Ørje, Setskog, Hurdal, Aremark, Nes på Romerike, Rødenes og Setesdal.

Foruten gran ble det også undersøkt et beskjedent materiale av: Furu (*Pinus silvestris* L.), lerk (*Larix decidua* Mill.), bjørk (*Betula* spp.), svartor (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) og ask (*Fraxinus excelsior* L.).

Kvistene som skulle undersøkes, ble samlet inn senhøstes etterat vinterdvalen var inntrådt. Av gran ble det brukt kvister i 15—28 cm's lengde, for andre treslag noe større kvister, alt etter hva som var nødvendig for å få med tilstrekkelig antall knopper. Av hensyn til transport, lagring og driving var det mindre fordelaktig å la kvistene være for store.

Kvistene ble lagret i fryseboks ved ca. — 3° C.

For undersøkelse ble kvistene satt i vann i glasskolber i veksthus. Etter de erfaringene som er gjort, var det gunstigst å foreta drivingen av kvistene i mars, april og mai. Da var lysforholdene gode og det var lettvinnt å holde en fordelaktig temperatur. Dagtemperaturen i veksthuset var i disse månedene ca. 18—20° C., mens temperaturen om natten var noen grader lavere.

Kvistene måtte stå i vann opp til 3 uker for gran og enda noe lengre for bjørk og de andre løvtrærne. Vannet ble skiftet daglig, og snittflatene ble holdt rene ved å skjæres av så snart de viste tegn til infeksjon. Det viste seg at det ikke var heldig å plasere for mange kvister i hvert glass.

III. Knopp utvikling og delingsaktivitet.

1. Celledelingintensitet etter vinterdvalen.

For å finne på hvilket tidspunkt eller stadium det var livligst celledeling i knoppene, ble fikseringer foretatt på forskjellige tidspunkter etterat drivingen begynte.

Gran:

Tabell 1.

Celledelinger i vegetative granknopper fra kvister som har stått følgende dager i vann:

Cell divisions in vegetative buds of spruce from branches kept in water the following number of days:

	5 dager <i>5 days</i>	7 dager <i>7 days</i>	10 dager <i>10 days</i>	14 dager <i>14 days</i>
Drevet fram i mars <i>Grown in March.</i>	+	<i>n</i>	<i>m</i>	<i>m</i>
Drevet fram i april..... <i>Grown in April</i>	+	<i>n</i>		<i>m</i>

+ spor av delinger, *traces of divisions.*

n noen delinger, *some divisions.*

m mange delinger, *many divisions.*

For tidsrom lengre enn 14 dager var det bare mulig å få materiale til noen få preparater. Disse viste ingen delinger.

Det framgår av tabell 1 at det gunstigste tidspunkt for fiksering av knopper av gran var etter 10—14 dagers driving i vann, etter at de var tatt ut av fryseboksen.

Preparater ble også laget med det samme kvistene var tatt ut av fryseboksen og enda befant seg i full vinterdvale. I disse preparatene ble det ikke funnet noen celler i deling. For lengre tidsrom er bare noen få knopper undersøkt. Det tydet imidlertid på at det ikke var hensiktsmessig å drive kvistene noe særlig mer enn 14 dager. Det er vanskelig å få kvistene til å trives lenger ved denne enkle kulturteknikk.

*

En del av kvistene hadde hanblomstknopper. Disse ble også undersøkt.

Pollenmorcellene (mikrocytene) i hanblomstenes antherer gjennomgikk meiosis 10—12 dager etterat kvistene var satt i vann. Etter 14 dager syntes den å være ferdig og bortsett fra noen få etternølere blant pollenmorcellene, fantes det da bare pollentetrader.

Undersøkelsen viste at avskårne kvister, samlet inn senhøstes eller om vinteren og oppbevart i fryseboks, også kan gi et gunstig materiale og lettvinnt teknikk for studier av meiosis hos gran.

Bjørk:

Samme undersøkelse ble gjort med bjørkekvister. Materialet var mindre enn for gran og resultatene er derfor ikke så pålitelige.

Tabell 2.

Celledelinger i bjørkeknopper for kvister som har stått følgende dager i vann:

Cell divisions in vegetative buds of birch from branches grown in water the following number of days:

	7—12 dager 7—12 days	14 dager 14 days	17 dager 17 days	21 dager 21 days
Drevet fram i mars <i>Grown in March.</i>	+	<i>n</i>	<i>n</i>	
Drevet fram i april <i>Grown in April</i>	Ingen <i>None</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>m</i>

Tegnene er de samme som brukt i tabell 1.

Resultatet er vist i tabell 2.

Etter de erfaringene som var gjort med gran, nådde bjørka sitt delingsoptimum i bladanleggene senere enn ventet. Det ble derfor ikke gjort forsøk med tilstrekkelig langvarig driving til å bestemme det nøyaktig. Det forelå dessverre ikke mer materiale til å gjenta forsøket. Det er imidlertid av betydning, som vist i tabell 2, at livlig delingsvirksomhet kan bli oppnådd etter 3 uker.

Antherene i hanblomstene ble også undersøkt. De inneholdt allerede i vinterdvalen utelukkende ferdig pollen. Både meiosis

og de mitotiske modningsdelingene hos bjørka hadde foregått om høsten før vinterdvalen inntrådte.

Undersøkelse av det beskjedne materiale fra furu, lerk, svartor og ask tydet på at liknende metoder kan tillempes også for andre treslag.

2. *Knoppstørrelsens betydning.*

Gran:

Var lengden av den vegetative knoppen enda bare 2 mm eller mindre, fantes ingen delinger. Først i 3—5 mm lange knopper begynte delingene å bli rikelige.

Veksten i årsskuddene starter derfor sannsynligvis med en strekningsvekst, og så inntreter det en delingsvekst for en kortere periode.

I de videre undersøkelsene ble 3 mm brukt som norm for knoppstørrelsen.

Hanblomstknoppene viste følgende utvikling (se forøvrig s. 514).

1,5— 2 mm' lengde:	Meiosis, tidlig profase I
3 » »	Diakinese til tetrader
4—5 » »	Tetrader, pollenmitoser og pollenceller
6 » »	Modent pollen.

Med knoppstørrelse forstås lengden av den grønne, levende del av knoppen innenfor knoppskjellene.¹

Bjørk:

Liknende målinger ble ikke gjort for bjørkeknoppene. Det viste seg at det gunstigste tidspunkt for fiksering var når bladet så vidt blir synlig mellom knoppskjellene.

3. *Celledelingens døgnrytme.*

For gran ble celledelingens døgnrytme undersøkt på knopper som ble tatt direkte inn fra stående trær ute i knoppbrytnings-tiden om våren.

Materialet viste at tidsrommet kl. 16—24 ga signifikant flere celledelinger enn tidsrommene kl. 0—8 og 8—16. Det gunstigste

¹ De oppgitte målene må tas med forbehold, da lengden av knoppene i vinterdvalen vil muligens kunne variere mer enn hva som var tilfelle i dette materialet.

tidspunkt for fiksering av knopper tatt ute i det fri, er derfor fra 16—24. Dette betyr at det skulle være fordelaktigst å foreta forbehandlingen (se nedenfor) på ettermiddagen og fikseringene senere på kvelden. Det er ikke grunn til å tro at kvister drevet fram i veksthus, vil gi vesentlig forskjellige resultater fra disse knoppene som er tatt utendørs.

IV. Cytologisk metodikk.

1. *Oversikt over anvendt metode.*

Den teknikk som ga de beste resultater for bjørk og gran, var:

1. 4 timers forbehandling av de avskårne knopper i 0,002 M. vannoppløsning av oksykinolin.
2. 24 timers fiksering i Carnoy's alkoholeddiksyre fiksativ (3 : 1).
3. Hydrolyse i 96 % alkohol og kons. HCl (2 : 1).
4. 1 minutt skylning i vann.
5. Farging med 1 % lakmoid i 45 % eddiksyreoppløsning.
6. Pressing og spredning av vevet under dekkglass.
7. Segling av preparatet med en blanding av mastikkgummi og bivoks, (4 : 5).

Etter 4 dager eller kortere kan preparatene gjøres permanente i gammel euparal (må være sur) på følgende måte:

- a. Forseglingsvoksen fjernes med et barberblad.
- b. Plaseres i alkohol-eddiksyre (3 : 1) i 15 min.
- c. Overføres til alkohol-eddiksyre (9 : 1) i 5 min.
- d. Overføres til absolutt alkohol (2—3 korte bad).
- e. Innleires i euparal.

*

2. *Forbehandling.*

For å frambringe en sterkest mulig kontraksjon av kromosomene i metafasen ble det forsøkt med kuldesjokk og et par kjemiske midler, nemlig colchicin (LEVAN 1938 og O'MARA 1939 m.fl.) og oksykinolin (TJIO og LEVAN 1950).

Kuldebehandlingen hadde en usikker og utilstrekkelig virkning. Etter 4 timers behandling ga både colchicin (0,1 % oppl.) og oksykinolin ved oppløsning av spindelen merkbare kontraksjon og bedre spredning av kromosomene. Før behandlingen var knoppene plukket av kvistene og befridd for dekkskjell. En

0,002 M oppløsning av oksykinolin viste seg å være den gunstigste konsentrasjonen å arbeide med. Oksykinolin er tungt oppløselig i vann og må opphetes forsiktig (ikke over 60° C) for å oppløses fullstendig.

For bjørk var det ikke nødvendig med noen ytterligere kontraksjon av de små kromosomene. 4 timers forbehandling i oksykinolin virket allikevel fordelaktig, idet det ga en bedre spredning av kromosomene.

3. Fiksering.

I glassene hvor knoppene var blitt forbehandlet, ble oksykinolinoppløsningen erstattet med Carnoy's fikseringsvæske og fiksert i 24 timer eller mer. Ved så lang fiksering ble klorofyllet trukket ut og cytoplasmaet ble godt avfarget så kromosomene ble mer distinkte.

For lengre oppbevaring av knoppene før de prepareres, bør de overføres i 70 % alkohol.

4. Hydrolyse.

Knoppene hydrolyseres i 96 % alkohol og konsentrert salt-syre i forholdet 2 : 1. Hydrolysetiden må være så lang at midt-

Tabell 3.

Hydrolysetid i minutter for gran og bjørkeknopper med 96 % alkohol og kons. HCl i forholdet 2 : 1.

Time of hydrolysis in minutes for buds of spruce and birch with 96 % alcohol and conc. HCl, (2 : 1).

	Gran <i>Spruce</i>		Bjork <i>Birch</i>
	Nåleanlegg <i>Young needles</i>	Stammeanlegg <i>Young stem</i>	Bladanlegg <i>Young leaves</i>
I knopper fra kvister drevet fram i veksthus <i>In buds of branches grown in greenhouse.</i>	20	30	45
Hentet ute i det fri <i>In buds collected out-doors.</i>	30	40	

lamellen i celleveggen er fullstendig oppløst så cellevevet lett kan presses utover objektglasset til ett cellelag.

Tabell 3 viser de gunstigste hydrolysetidene for gran og bjørkeknopper.

Knoppene ble så skyllet 1 minutt i vann for å fjerne mest mulig av saltsyren før fargingen.

For meiosestudier i hanblomstenes antherer trengtes ingen hydrolyse.

5. Farging og framstilling av preparatene.

Gran:

Etter å ha prøvd de forskjellige vev i knoppene, viste nåle-anleggene seg å være det gunstigste materiale å arbeide med. 1—2 nåler ble plukket ut med en pinsett, plasert på objektglasset og dekket med en dråpe 1 % lakmoidoppløsning i 45 % eddikksyre. Gammel fargeoppløsning ble aldri anvendt. Den ble fornyet minst annenhver uke.

Etterat dekkglasset er lagt over, blir preparatet gitt et lett støt med den flate ende av en blyant (helst blyant med viskelær-ende) like over nålen, så cellene løsner fra hverandre og fargevæsken trenger godt inn.

Et stykke filterpapir blir lagt over, og preparatet blir presset forsiktig med en finger så vevet spres utover til ca. 1 cellelag. Samtidig blir eventuelle luftblærer presset ut.

Riktig behandlet gir et slikt preparat distinkte kromosomer og ufarget cytoplasma. Det er ikke nødvendig med oppheting etter fargingen, hvilket kan være fordelaktig i annet materiale. (Jfr. McCLINTOCK, 1929).

Bjork:

Samme framgangsmåte kan brukes for bjørkeblader. Etterat bladet er anbrakt i fargedråpen rives det opp med en nål som har spydformet spiss med skarpe egger. Ferdigdifferensiert vev fjernes slik at bladkjøttet vesentlig blir beholdt for preparering.

Hanblomster av gran og bjørk.

Ved studier av pollenmorceller (PMC) plukkes antherene ut av blomsterknoppen, innholdet trykkes ut og presses mot objektglasset med samme nål som er nevnt ovenfor. Farge-

væsken tilsettes, og overflødig vev som støvbærernes tapetum og ytre lag fjernes. Pressingen under dekkglasset gjøres forsiktigere enn for nåle- og bladanlegg.

*

Farging med aceto-orcein og acetokarmin ga også brukbare resultater, likedan JOHNSONS (1945) hurtigmetode for rot-spisser og stammevekstpunkter hos frøplanter av gran, hvor det ble brukt FEULGENS fargeteknikk med fuchsin.

JOHNSONS metode er mer tungvint. Både hans metode og de 2 andre nevnte fargestoffer ga i våre forsøk dårligere preparater enn den metode som er beskrevet her (ikke all lakmoid i handelen er like god!).

6. *Semipermanente og permanente preparater.*

Preparatene forsegles langsmed kantene av dekkglasset med en blanding av mastikk gummi og bivoks (eventuelt også litt parafin voks) og kan oppbevares 4 dager.

Den mest fordelaktige metode for lengre oppbevaring er:

1. Forseglingsvoksen fjernes.
2. Plaseres i alkohol/iseddik (3 : 1) i 15—30 min.
3. Overføres i alkohol/iseddik (9 : 1) i 5 min.
4. 3 korte bad i absolutt alkohol.
5. Innleires i gammel euparal (sur reaksjon).

Euparalen bør være sur så kromosomene kan beholde sin dyprøde farge. I alkalisk reaksjon blir lakmoiden blå og har en tendens til å farge cytoplasmaet, slik at kromosomene blir mindre distinkte.

Ved denne fargemetode holder fargen seg godt, lite av vevet går tapt og skrumping av cellene er ubetydelig.

V. Sammendrag.

En hurtigmetode er utarbeidet for cytologiske studier i gran og bjørk.

Kvister fra trær i vinterdvale ble drevet fram i vann. Gran-

kvistene ble drevet i 10—14 dager. Vegetative knopper som uten knoppskjell hadde en lengde av ca. 3 mm, ble undersøkt. I bjørkeknoppene ble bladvevet undersøkt idet bladene vistes mellom dekkskjellene. De relativt korte bjørkekvister trengte minst 3 ukers driving.

Knopper uten dekkskjell ble forbehandlet 4 timer i en 0,002 molar oksykinolinoppløsning og fiksert i alkoholeddiksyre (3 : 1) fiksativ.

Den gunstigste fikseringstid for granknopper viste seg å være fra ettermiddag til midnatt (kl. 16—24). Fikseringen varte minst 24 timer. Klorofyllet ble på denne tid trukket ut av knoppene, hvilket var fordelaktig for å oppnå gode preparater.

Som objekter ble brukt nåler fra granknoppene og bladkjøtt fra bjørkeknoppene. Vevet ble hydrolysert i 96 % alkohol/kons. HCl, 2 : 1, lagt på objektglass og farget med 1 % lakmoidoppløsning i 45 % eddiksyre og presset ut under dekkglass. Preparatene kan forsegles med voks langs kantene for kortere oppbevaring. Preparatene kan gjøres permanente ved innleiring i euparal innen 4 dager.

Metoden ble brukt med hell også for meiosestudier i pollenmorceller fra hanblomstknopper i gran. Det ble funnet regler for hvilket meiosestadium en finner i de forskjellige størrelser av knoppen under dens utvikling. Meiosis foregår mens knoppene er 1,5—3 mm lange, mens pollenmitosene finner sted når de er 4—5 mm lange.

Hos bjørk foregår meiosis om høsten, så liknende data kunne ikke bli utarbeidet for den. Det ble til sammenlikning gjort en mindre undersøkelse av andre lauvtrær og bartrær. Det ser ut til at den beskrevne metode for gran lett kan tillempes andre bartrær og metoden for bjørk andre lauvtrær.

Rapid Squash Methods for Chromosome Studies in Vegetative Buds of Spruce and Birch.

Terminals of dormant branches, 15—25 cm lengths, of *Picea abies* (L.) were collected in the field in late fall and stored at approximately -3° C in the laboratory until spring. In March, and again in April, branches were moved to the greenhouse and allowed to stand in beakers of water for several weeks during which time terminal buds were taken at various times for cytological examination to determine the progress of mitosis in the young leaves. Meiotic activity was determined in those buds which contained young microsporophylls. Under these conditions the branches could be kept alive and growing for some weeks without difficulty, daily changing of water being the only maintenance necessary.

Excised buds were treated with a .002 M solution of Oxyquinoline for four hours and then fixed in Carnoy's fixative (3 : 1) for 24 hours. Hydrolysis in 96 % ethanol/conc. HCl (2 : 1) followed, allowing 20 minutes for greenhouse material, or 30 minutes in the few cases where buds were collected outdoors. The bud axis which also showed mitotic figures requires ten minutes longer in each of these cases.

Following a water rinse, single needles were excised from the bud and squashed in a 1 % solution of lacmoid in 45 % acetic acid. Slides were temporarily sealed with beeswax-mastic and allowed to stand for 4 days before making permanent with well-aged (acid) Euparal. The wax was removed from the slide by a razor-blade and the slides were placed in alcohol/acetic acid (3 : 1) for 15 minutes, then transferred to alcohol/acetic acid (9 : 1) for 5 minutes. Finally, after 2—3 short baths in absolute alcohol the slides were mounted in Euparal.

It was found that shoot length can serve as an index to find the predominating stage of cell division in the shoot. Shoot length may be estimated roughly by the condition of the outer bud scales once a little experience has been gained in handling this material.

No mitotic figures were found in vegetative shoots of 1—2 mm length. Mitosis was largely confined to those vegetative shoots measuring 3—5 mm in length. A shoot length of 3 mm seemed to yield the most divisions in any one preparation.

This might indicate that shoot growth in spring occurs in the following phases: An initial period of elongation followed by a period of active cell-division after which elongation finishes the growth.

Reproductive shoots provided microspore meiosis preparations according to the following schedule:

Shoot length 1.5—2 mm:	Early prophase I
—»—	3 mm: Diakinesis to tetrades
—»—	4—5 mm: Tetrades to pollen mitosis and completed divisions.
—»—	6 mm: Mature pollen.

Fixations of the shoots made from late afternoon to midnight (4 to 12 o'clock PM) showed significantly more divisions than those fixed in other periods of the day.

Concurrent studies were carried out using short branches of birch, *Betula* spp. collected and stored and started in the greenhouse as in the case with spruce.

At the time of starting in the greenhouse the staminate flower buds of birch proved to contain only mature pollen so that no meiotic study was possible under the conditions of the experiment. Vegetative buds of birch proved to be at peak of mitosis at the time when the young leaves first began to emerge between the bud scales. This did not occur until about 21 days after the branches were started in the greenhouse. This indicates that at least three weeks are required to reach mitotic peak in birch as contrasted to 10—14 days for spruce when both are removed from cold storage at the same time.

VI. Litteratur.

- JOHNSON, L. P. V. (1945): A rapid squash technique for stem and root tips. *Can. J. Research* 23, 127—31. Ottawa.
- LEVAN, A. (1938): The effect of colchicine on root mitosis in *Allium*. *Hereditas* 24, 471—86. Lund.
- McCLINTOCK, B. (1929): A method for making acetocarmine smears permanent. *Stain Techn.* 4, 53—56. Geneva.
- O'MARA, J. G. (1939): Observations on the immediate effects of colchicine. *J. Heredity* 30, 35—37. London.
- TJIO, J. H. and LEVAN, A. (1950): The use of oxyquinoline in chromosome analysis. *An. Est. Exp. De Aula Dei*. 2, (11), 21—64. Zaragoza.

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

ELIAS MORK

Forsøk med forskjellige
såtykkelser og planteavstander for
gran i Kvatninga planteskole

*Experiments with Different Densities of Sowing
and Different Spacings for Norway Spruce in
Kvatninga Forest Nursery*

Innhold.

	Side
Forord	529
I. Innledning	531
II. Forsøkenes planlegging og utførelse	532
III. Klima og jordbunnsforhold i Kvatninga planteskole	534
IV. <i>Forsøksresultatene</i>	
a. Planteavstandens innflytelse på plantehøyden	534
b. Såtykkelsens innflytelse på plantehøyden	540
c. Planteavstandens innflytelse på vekten av plantens over- jordiske del	541
d. Såtykkelsens innflytelse på vekten av plantens over- jordiske del	543
e. Planteavstandens innflytelse på rotvekten	545
f. Såtykkelsens innflytelse på rotveksten	546
g. Planteavstandens innflytelse på plantens totalvekt	548
h. Såtykkelsens innflytelse på plantens totalvekt	549
i. Rotprosenten	549
j. Rotmassens fordeling på de forskjellige dybdesjikt	550
V. Sortering av 4-årige planter	554
VI. Forholdet mellom planteavstanden, planteantallet og pro- duksjonsprisen	555
VII. Diskusjon	559
VIII. Konklusjoner	562
IX. <i>Experiments with Different Densities of Sowing and Different Spacings for Norway Spruce in Kvatninga Forest Nurcery ..</i>	564
X. Litteraturfortegnelse	567

Forord.

Dette er det første planteskoleforsøk som blir offentliggjort i Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen. Det må bare betraktes som et forsøk av orienterende art da materialet ikke er så stort som ønskelig kunne være.

Skogtekniker GUNNAR GRANDE har ledet arbeidet i planteskolen og forstkandidat EYOLF BJØRGUNG har utført beregningsarbeidet. Jeg vil her bære fram min takk til disse og til *Skogbrukets og Skogindustriens Forskningsforening* som har ydet bidrag til undersøkelsen.

Vollebekk i mars 1952.

Elias Mork.

I. Innledning.

Da behovet for granplanter begynner å bli meget større enn det våre planteskoler kan klare å skaffe, er det en viktig oppgave å undersøke hvor tett plantene kan settes under omplantningen. Planteavstanden eller priklevstanden som den ofte kalles, har ikke bare en avgjørende betydning for planteskolens kapasitet, men den har også stor innflytelse på produksjonsprisen av plantene. Jo tettere plantene kan settes, desto billigere blir omplantningen pr. plante. Ved kort avstand mellom plantene reduseres også lukeutgiftene da det viser seg at lukeutgiftene praktisk talt blir det samme pr. arealenhet enten plantene står tett eller glissent i raden. Arbeidsutgiftene med jordbearbeidning og gjødsling vil også bli mindre pr. plante jo tettere plantene står.

Da granplanting hos oss i vesentlig grad blir utført på gras- og urterike marker, må en sette bestemte krav til plantestørrelsen. Det gjelder derfor å finne ut hvor kort avstanden mellom plantene kan være uten at det går ut over plantenes størrelse og rotutvikling.

Av planteskoleforsøk utført av HEIKINHEIMO (1940) framgår det at en i Finnland har funnet at en planteavstand av 10 cm er det gunstigste for gran når radavstanden er 12,5 cm (jfr. HEIKINHEIMO 1940 s. 95).

Våren 1945 ble det i samarbeid med planteskolebestyrer GRANDE satt i gang et avstandsforsøk med gran i Kvatninga planteskole i Namdalen. Dette forsøk var av orienterende karakter og da en i følge HEIKINHEIMO (1940) i Finnland hadde funnet at en planteavstand av 10 cm var den gunstigste, ble bare følgende planteavstander prøvet: 7,5 cm, 10,0 cm 12,5 cm og 15,0 cm.

Resultatet av dette forsøk er offentliggjort i Skogeieren nr. 1 1949 (MORK 1949). Det framgår av dette at både plante-høyde, total plantevekt og rotvekt er like stor for 4-årige planter som er vokset opp i en priklevstand av 7,5 cm som for de andre undersøkte planteavstander. Etter dette skulle det ikke være noen grunn til å bruke større planteavstander enn 7,5 cm i hvert fall.

Våren 1948 ble det i samarbeid med planteskolebestyrer GRANDE anlagt et nytt forsøk i Kvatninga planteskole der vi foruten ulike planteavstander også ville prøve om såtykkelsen spiller noen rolle for plantestørrelsen under de forskjellige planteavstander.

Frøet som ble benyttet var høstet høsten 1945 i sone N 200 og hadde en spireevne på 84 %.

De spørsmål som er av størst interesse i denne undersøkelse kan sammenfattes i følgende punkter:

1. Har såtykkelsen noen innflytelse på plantenes størrelse og utvikling i priklesengene?
2. Hvor tett kan plantene settes under omplantingen uten at det sjenerer utviklingen i nevneverdig grad?
3. Hvordan virker de forskjellige planteavstander på rot-utviklingen?
4. Er rotsjiktingen avhengig av såtykkelse og planteavstand?
5. Hvilke såtykkelser og hvilke planteavstander er mest fordelaktige i Kvatninga planteskole.
6. Hvilke faktorer er det nødvendig å ta med ved bearbeidningen av slike forsøk?
7. Hvordan er forholdet mellom planteavstanden og produksjonsutgiftene?

II. Forsøkenes planlegging og utførelse.

Den vanlige såmetode i Kvatninga planteskole er radsåing. Det ble utlagt ruter med følgende frømengder pr. løpende m såfure:

3 g, 6 g og 12 g.

I Kvatninga planteskole er det vanlig å bruke 6 g frø pr. løpende m såfure.

Våren 1950 ble det fra hver av disse såmengder plantet ut 2-årige planter med følgende planteavstander: 2,5 cm, 3,5 cm, 5,0 cm, 7,5 cm og 10,0 cm. Forsøket ble anlagt som blokkforsøk.

Det ble ikke foretatt annen sortering av de 2-årige planter enn vraking av alle planter som var mindre enn 6 cm. Omplantingen ble utført på vanlig måte i rader tvers over plantesengen etter akkord og etter følgende skala:

Tabell 1.

	Planteavstand cm <i>Spacing cm</i>				
	2,5	3,5	5,0	7,5	10,0
Antall planter pr. rad <i>Number of plants per row</i>	50	33	25	17	13
Omplantingspris pr. 1000 pl. <i>Transplanting cost, kr. per 1000 plants</i>	2,50	3,20	3,50	4,00	4,50

Feltet var gjødslet med 80 kg fullgjødsel og 20 kg kalksalpeter pr. dekar. Forsøksrutene ble håndluket 3 ganger første sommer og 2 ganger annen sommer.

I siste halvdel av oktober 1951 ble plantene omhyggelig tatt opp. Hver enhet ble buntet for seg med merke for radnummer, rutenummer, såtykkelse og planteavstand. Plantene ble sendt til Det norske Skogsforsøksvesens laboratorium der plantene ble vasket grundig så røttene kunne bli så rene som mulig for humus- og mineralpartikler. Deretter ble følgende mål notert:

1. Plantehøyde.
2. Toppskuddlengde.
3. Tredje lengste rot.

Så ble planten delt opp i overjordisk del og rot. Roten ble delt opp i dybdesjikt på 5 cm slik at en etter tørring kunne få vekten av rotmassen for de forskjellige dybdesjikt.

Etter tørring i tørreskap ved 65° C ble følgende data observerte.

4. Vekt av overjordisk del (stamme + grener).
5. Vekt av rotmasse i de forskjellige dybdesjikt.
6. Vekt av total rotmasse.

De i tabellene oppførte tall er gjennomsnitt av 10 planter.

III. Klima og jordbunnsforhold i Kvatninga planteskole.

Kvatninga planteskole ligger i Namdalen ca. 15 km øst for Namsos på en elveterrasse ca. 25 m o. h. Jordsmonnet består av fin sand. Den normale årlige nedbørmengde er ca. 1.200 mm og normalen for middeltemperaturen i juni—september er ca. 11,7° C. Årsmiddeltemperaturen er 4,3° C. Humiditetstallet er således 84. Planteskolen ligger altså i et utpreget superhumid område (jfr. HESSELMAN 1932).

Planteskolen har ikke vanningsanlegg, da det som regel er rikelig nedbør for plantenes vannforsyning i vegetasjonsperioden. Plantenes vekst og utvikling synes å variere med sommer-temperaturen, slik at en får større planter i varme sommere.

IV. Forsøksresultatene.

a. Planteavstandens innflytelse på plante høyden.

Tabell 2 inneholder middelhøyder av 4-årige omskoledede planter for hver av de undersøkte såmengder og planteavstander. Det er 12 gjentakelser for hver.

De 2-årige planter som altså har vokset opp under 3 ulike såtykkelser, er ikke undersøkt før de ble plantet ut. Størrelse og rotutvikling hos disse vet en således ikke noe om, men utviklingen i plantesengen vil vise om såtykkelsen spiller noen rolle for plantenes vekst etter omplantingen.

Av tallene i tabell 2 er det utført variansanalyser etter en gruppering for hver såtykkelse. Såtykkelse 3 g pr. løpende m såfure gir følgende resultat (jfr. tab. 3).

Ved å nytte 2-årig gran som er vokset opp fra en såtykkelse på 3 g pr. løpende m såfure, får en ikke noe sikkert utslag for plante høydene for de ulike planteavstander.

Tabell 2.

Plantehøyder mm.
Height of seedlings mm.

Såtykkelse g pr. m såfure <i>Density of sowing g per linear meter</i>	Planteavstand cm <i>Spacing cm</i>				
	2,5	3,5	5,0	7,5	10,0
3	168	163	152	173	150
6	161	164	166	162	169
12	157	138	151	167	161
3	160	176	152	149	177
6	160	159	168	150	189
12	135	159	166	163	175
3	146	175	167	164	150
6	149	175	148	168	198
12	154	134	139	173	160
3	159	168	157	157	154
6	142	187	155	175	186
12	130	157	152	165	152
3	167	145	149	143	143
6	144	170	123	184	165
12	140	144	146	142	156
3	169	139	164	178	162
6	157	168	149	175	169
12	133	143	166	173	157
3	156	171	180	162	177
6	181	144	139	149	167
12	147	135	169	166	147
3	165	183	157	160	159
6	135	173	169	152	175
12	139	183	176	168	158
3	170	178	140	143	177
6	164	157	150	157	192
12	149	175	154	165	175
3	151	177	162	179	147
6	161	169	146	188	187
12	144	165	162	148	151
3	190	182	153	176	146
6	165	185	158	189	188
12	162	148	195	172	144
3	163	189	171	143	165
6	170	171	163	162	154
12	142	148	167	157	153

Tabell 3.

Variasjonsårsak <i>Source of variation</i>	Kvadratsum <i>Sum of square</i>	Frihetsgrader <i>DF</i>	Middelkvadrat <i>Variance</i>
Planteavstand <i>Spacing</i>	1.159	4	289,75
Blokker <i>Blocks</i>	1.514	11	137,64
Feil..... <i>Error</i>	7.512	44	170,73
Sum <i>Total</i>	10.185	59	

$$F = \frac{\text{Planteavstand}}{\text{Feil}} = \frac{289,75}{170,73} = 1,70$$

Såtykkelse 6 g pr. løpende m såfure ga følgende resultat (jfr. tab. 4).

Tabell 4.

Variasjonsårsak <i>Source of variation</i>	Kvatdratsum <i>Sum of square</i>	Frihetsgrader <i>DF</i>	Middelkvadrat <i>Variance</i>
Planteavstand <i>Spacing.</i>	4.800	4	1200,00
Blokker <i>Blocks</i>	1.788	11	162,55
Feil..... <i>Error.</i>	7.879	44	179,07
Sum <i>Total.</i>	14.467	59	

$$F = \frac{\text{Planteavstand}}{\text{Feil}} = \frac{1200,00}{179,07} = 6,70 ***$$

Ved å anvende 2-årige granplanter som har vokset opp fra en såtykkelse av 6 g pr. løpende m såfure får en altså sikkert

utslag for høyden på de 4-årige planter under de ulike planteavstander.

Sammenlikning av gruppevariansene. Jfr. OTTESTAD 1950 s. 7—10.

Tabell 5.

Planteavstand cm <i>Spacing cm</i>	Kvadratsum <i>Sum of square</i>	f_i	V_i	Log V_i
2,5	1.839	11	167,2	2,2232
3,5	1.529	11	139,0	2,1430
5,0	1.974	11	179,5	2,2541
7,5	2.327	11	211,5	2,3253
10,0	1.998	11	181,6	2,2591
Sum <i>Total</i>	9.667	55	878,8	11,2047

V_i = gruppevariansene.

f_i = antall frihetsgrader for V_i .

k = antall grupper.

$$x^2 = \frac{2,3026}{C} f' (k \log. V \div \sum \log. V_i)$$

$$f = kf' = 5 \times 11 = 55, \text{ da } f_i = f'$$

$$c = 1 + \frac{k+1}{3f} = 1,036$$

$$V = \frac{1}{k} \sum V_i = 175,8$$

$$x^2 = 0,50.$$

Dette kvadrat (kvikvadratet) er ikke signifikant, hvilket viser at en kan stole på resultatet av variansanalysen.

Sammenlikning av gjennomsnittene for de forskjellige alternativer av forsøksfaktorene (jfr. OTTESTAD 1950 s. 56).

$$s_0 = \sqrt{V_R} = \sqrt{179,07} = 13,38$$

$$s_m = \frac{s_0}{\sqrt{12}} = 3,86$$

Tabell 6.

Planteavstand cm <i>Spacing cm</i>	Middel <i>Mean</i>	Differens <i>Difference</i>
5,0	152,8	4,60
2,5	157,4	10,20
7,5	167,6	0,90
3,5	168,5	9,80
10,0	178,3	

$$s_d = s_m \sqrt{2} = 5,46$$

$$s_m^2 = 14,90$$

$$a = 2,021 \text{ i } t\text{-tabellen for } f = 44 \text{ og } p = 0,05$$

$$a \cdot s_d = 11,03.$$

S_o = middelvikiet for den enkelte observasjon.

s_m = middelvikiet for det enkelte gjennomsnitt.

S_d = middelvikiet for den enkelte differens.

Ingen differenser er signifikante da de er mindre enn $a \cdot S_d$ og u -testen prøves

$$u = \frac{\frac{m_i - m}{sm} \div \frac{6}{5} \log k}{3 \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{f} \right)} = \frac{\frac{178,3 \div 164,9}{3,86} \div \frac{6}{5} \log 5}{3 \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{44} \right)} = 3,20$$

u er større enn 1,96 som er den verdi som etter t -tabellen svarer til $p = 0,05$ og uendelig mange frihetsgrader. Derfor kan gjennomsnittet for planteavstanden 10,0 cm skilles ut.

De resterende gjennomsnitt variansanalyseres og variansen

$$V = \frac{\sum (m_i \div m)^2}{K \div 1} = 59,56 \text{ sammenliknes med } s_m^2 \text{ og en finner}$$

$$F = \frac{59,56}{14,90} = 4,0^* \text{ som er signifikant og } u\text{-testen prøves for}$$

de resterende gjennomsnitt.

$$u = \frac{\frac{161,6 \div 152,8}{3,86} \div \frac{6}{5} \log 4}{3 \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{44} \right)} = 1,90$$

Da $1,90 < 1,96$ får en følgende grupper:

1. Planteavstand 10,0 cm, middel = 178,3
2. Planteavstand 5,0 cm, 2,5 cm
7,5 cm og 3,5 cm med middeltall henholdsvis 152,8,
157,4, 167,6 og 168,5 mm.

4-årige planter fra såtykkelse 6 g pr. løpende m såfure er større for planteavstanden 10 cm enn planter fra de øvrige planteavstander. Forskjellen er statistisk sikker, og en kan altså vente å få et liknende resultat hvis en gjentar forsøket.

Variansanalysen av 4-årige planter fra såtykkelse 12 g pr. løpende m såfure ga følgende resultat.

Tabell 7.

Variansårsak <i>Source of variation</i>	Kvadratsum <i>Sum of square</i>	Frihetsgrader <i>DF</i>	Middelkvadrat <i>Variance</i>
Planteavstand <i>Spacing</i>	2.861	4	715,25
Blokker <i>Blocks</i>	1.937	11	176,09
Feil <i>Error</i>	6.369	44	144,75
Sum <i>Total.</i>	11.167	59	

$$F = \frac{\text{Planteavstand}}{\text{Feil}} = \frac{715,25}{144,75} = 4,94^{**}$$

Ved å sammenlikne gruppevariansene i likhet med det som er gjort for planter fra såtykkelse 6 g pr. løpende m såfure, får en $\chi^2 = 5,45$ som ikke er signifikant. Videre viser det seg at ingen differenser er signifikante og ved u-testen kan en skille ut følgende grupper:

1. Planteavstand 2,5 cm, middelhøyde 144,3 mm.
2. Planteavstandene 3,5 cm, 10,0 cm, 5,0 cm og 7,5 cm med de respektive middelhøyder 152,4 mm, 157,4, 161,9 og 163,3 mm.

4-årige planter som i de 2 første år har vokset opp i en såfure med 12 g frø pr. løpende m såfure blir ikke så store ved den minste planteavstand som for de øvrige. Hvis en bruker slike 2-åringer er det derfor ingen fordel ved å bruke større priklevstand enn 3,5 cm dersom en bare tar hensyn til plantehøyden.

b. Såtykkelsens innflytelse på plantehøyden.

Det er foretatt en variansanalyse av plantehøydene for de ulike såtykkelser innen hver av de undersøkte planteavstander.

Tabell 8 viser resultatet av en slik variansanalyse for planteavstanden 2,5 cm.

Tabell 8.

Variasjonsårsak <i>Source of variation</i>	Kvadratsum <i>Sum of square</i>	Frihetsgrader <i>DF</i>	Middelkvadrat <i>Variance</i>
Såtykkelse..... <i>Density of sowing.</i>	2336,10	2	1168,05
Blokker..... <i>Blocks.</i>	2143,00	11	194,82
Feil..... <i>Error</i>	2125,30	22	96,60
Sum..... <i>Total.</i>	6604,40	35	

$$F = \frac{\text{Såtykkelse}}{\text{Feil}} = \frac{1168,05}{96,60} = 12,09***$$

Det er som en ser sikkert utslag for såtykkelse. $\chi^2 = 0,80$ som ikke er signifikant og ved sammenlikning av gjennomsnittene får en skilt ut følgende grupper.

1. Såtykkelse 12 g pr. løpende m såfure, middelhøyde = 144 mm.
2. Såtykkelse 6 g og 3 g pr. løpende m såfure, med de respektive middeltall 157 mm og 164 mm.

På samme måte er det regnet ut for de andre planteavstander og resultatet framgår av tabell 9.

Tabell 9.

Planteavstand cm <i>Spacing cm</i>	Varianskvotient <i>F</i>	χ^2	Grupper <i>Groups</i>	
			1	2
3,5	7,27***	0,95	12 g ¹ (152)	6 g (169) og 3g (171)
5,0	1,73	1,10		
7,5	1,09	1,86		
10,0	14,26***	1,27	12g (157) og 3g(159)	6g (178)

¹ Tallene i parentes angir de respektive middelhøyder i mm.

Det er sikkert utslag for såtykkelsen innen planteavstandene 3,5 cm og 10,0 cm. For den førstnevnte får en mindre 4-åringer dersom en benytter 2-åringer fra den tetteste såing. Ved en planteavstand av 10,0 cm får en de største 4-åringer hvis en anvender 2-årige planter fra såtykkelse 6 g pr. løpende m såfure. Når en ikke har fått signifikant utslag for planteavstandene 5,0 og 7,5 cm, beror det sannsynligvis på at det innen forsøksfeltet var en del små forsenkninger i jordoverflaten der det samlet seg vann og is som skadet plantene vår og høst slik at materialet ble ujevnt.

Av disse resultater må en kunne slutte at såtykkelsen 6 g pr. løpende m såfure er den beste av de som er prøvet.

c. Planteavstandens innflytelse på vekten av plantens overjordiske del.

Høyden på en plante er ikke alltid et godt uttrykk for plantens kvalitet. To planter av samme høyde kan ha forskjellig grenutvikling. Da det er sannsynlig at grenutviklingen er forskjellig for de ulike planteavstander, har det interesse å undersøke plantenes tørrvekt.

Tallene i tabell 10 angir gjennomsnittlig tørrvekt av overjordisk plantemasse. Av disse tall er det først utført en variansanalyse for hver av de undersøkte planteavstander innen hver enkelt såtykkelse. Resultatet av dette er sammenstilt i tabell 11.

Tallene i parentes angir de respektive middelvekter i g.

Tab. 10.

Middelvekter pr. plante av stamme og grener.

Mean weight per plant of stem and branches.

Såtykkelse g pr. m såfure <i>Density of sowing g per linear meter</i>	Planteavstand cm <i>Spacing cm</i>				
	2,5	3,5	5,0	7,5	10,0
3	17,51	19,42	14,95	27,93	19,20
6	25,15	20,33	25,54	19,84	25,57
12	12,98	13,68	23,22	17,84	18,27
3	16,81	19,75	17,38	18,12	28,05
6	17,92	20,68	23,93	17,82	27,00
12	8,56	18,70	22,25	19,69	17,94
3	14,66	18,33	23,32	22,45	18,42
6	16,66	24,55	21,75	26,29	36,09
12	11,83	12,55	20,95	19,85	17,31
3	16,30	19,92	17,97	21,92	21,66
6	12,77	24,65	21,77	27,50	35,15
12	11,07	16,72	12,32	19,35	18,03
3	20,27	17,00	21,93	17,82	17,62
6	13,50	20,22	13,00	28,14	27,30
12	10,30	12,30	13,85	14,77	12,73
3	22,30	14,44	26,93	31,44	24,22
6	18,42	24,46	16,98	27,00	25,65
12	10,20	10,67	21,52	21,89	16,69
3	17,37	23,00	24,98	23,85	29,54
6	23,86	26,45	13,66	17,10	27,15
12	14,45	10,75	20,45	16,73	16,80
3	16,80	24,85	18,02	15,49	24,05
6	12,73	21,94	21,42	17,46	24,96
12	17,73	32,50	23,40	17,60	18,55
3	19,70	26,76	18,95	19,60	29,50
6	18,60	20,12	19,43	20,54	35,92
12	18,47	23,20	23,20	20,10	22,72
3	17,05	25,32	17,33	27,67	16,30
6	17,05	21,44	19,92	30,46	36,30
12	11,73	14,00	23,12	17,18	14,33
3	25,70	26,02	21,98	23,47	16,72
6	19,33	35,25	19,80	34,92	31,43
12	18,11	16,76	27,32	16,66	14,84
3	18,95	30,38	21,86	17,50	23,27
6	17,95	24,60	20,08	24,34	18,53
12	11,20	17,07	20,90	18,76	18,25

Som det framgår av tabell 11 har en fått signifikant utslag for planteavstanden for såtykkelse 6 g og 12 g. Da kjikvadratet for Tabell 11.

Såtykkelse g <i>Density of sowing g</i>	Varianskvotient <i>F</i>	χ^2	Gruppe <i>Groups</i>		
3	1,70	3,62	1	2	
6	11,27***	3,70	A og C (17,8 og 19,8)	B og D (23,7 og 24,3)	E (29,3)
12	9,05***	16,72**			

A = 2,5 cm, B = 3,5 cm, C = 5,0 cm, D = 7,5 cm, E = 10,0 cm, planteavstand.

såtykkelse 12 er signifikant, har en skilt ut i grupper bare for såtykkelse 6 g. Innen denne får en de tyngste planter for planteavstanden 10,0 cm og de letteste for planteavstanden 2,5 og 5,0 cm.

Ved å sammenlikne disse resultater med resultatene for plantehøydene (s. 9) viser det seg at høyde og vekt ikke grupperer seg helt likt innen de forskjellige planteavstander.

d. Såtykkelsens innflytelse på vekten av plantens overjordiske del.

Av tallene i tabell 10 er det videre foretatt en variansanalyse av tørrvektene for de ulike såtykkelser for hver enkelt planteavstand. Resultatet framgår av tabell 12.

Tabell 12.

Planteavstand cm <i>Spacing cm</i>	Varianskvotient <i>F</i>	χ^2	Gruppe <i>Groups</i>	
			1	2
2,5	11,19***	0,66	12g ¹ (13,1)	6g og 3g (17,8 og 18,6)
3,5	7,85**	1,69	12g (16,6)	3g og 6g (22,10 og 23,7)
5,0	(3,39)	0,25		
7,5	6,42**	10,83*		
10,0	22,08***	5,99*	12g (17,2)	3g og 6g (22,4 og 29,3)

¹ Tallene i parentes angir de respektive middelvekter i g.

Tabell 13.

Middelvekter av røtter pr. plante.

Mean weight of roots per plant.

Såtykkelse g pr. m såfure <i>Density of sowing g per linear meter</i>	Planteavstand cm <i>Spacing cm</i>				
	2,5	3,5	5,0	7,5	10,0
3	6,66	7,81	8,16	14,58	12,58
6	8,71	7,03	10,14	8,55	11,71
12	5,52	6,61	8,36	7,96	9,24
3	6,81	7,78	8,83	8,83	14,35
6	8,07	8,33	9,50	8,13	12,54
12	2,45	8,08	8,45	8,39	8,15
3	5,54	7,35	11,42	10,07	9,50
6	7,37	10,55	9,45	10,49	15,84
12	4,82	6,95	8,33	8,29	7,56
3	6,62	8,26	9,47	10,77	12,25
6	5,23	9,22	8,61	12,04	13,98
12	5,89	7,97	6,00	7,98	8,78
3	7,63	6,79	9,74	8,49	9,60
6	4,92	8,23	5,10	13,87	12,39
12	5,37	5,31	6,48	6,69	5,18
3	7,55	6,15	11,71	15,59	12,08
6	7,39	9,91	7,62	10,68	11,53
12	5,32	5,49	9,04	10,42	8,19
3	6,39	9,69	10,70	11,78	14,18
6	7,64	6,78	6,35	8,71	12,54
12	7,00	5,66	9,22	7,67	7,21
3	5,92	9,82	8,78	8,34	11,89
6	5,28	8,19	11,38	8,02	11,70
12	7,40	12,02	11,23	8,01	7,35
3	6,79	11,09	8,41	8,38	14,00
6	6,48	7,09	8,52	8,40	12,09
12	7,45	8,33	9,42	9,50	9,86
3	6,33	10,37	8,87	13,30	8,20
6	6,42	8,60	10,90	13,94	14,99
12	6,08	5,64	10,01	8,58	5,54
3	8,26	10,97	8,74	11,52	7,35
6	7,61	11,76	8,83	12,83	12,92
12	7,52	5,59	11,14	8,14	5,94
3	6,43	11,21	9,73	9,36	10,32
6	5,35	8,56	9,42	11,29	7,95
12	4,66	6,13	8,49	9,13	6,41

En får signifikant utslag for såtykkelsen for planteavstanden 2,5 cm, 3,5 cm og 10,0 cm. Det viser seg at en får de letteste 4-åringer der en har plantet ut 2-årige planter fra den tykkeste såing. En såmengde av 12 g pr. løpende m såfure må derfor frarådes.

e. Planteavstandens innflytelse på rotvekten.

Ved kvalitetsbedømmelse av planter bør rotsystemets størrelse veie mer enn størrelsen av plantenenes overjordiske del. En plante med rikt forgrenet og kraftig rotsystem sturer mindre etter utplantning og klarer seg bedre i tørkeperioder enn en plante med svakt utviklet rot. Avgangsprosenten i en slik planting blir derfor mindre.

Tabell 13 inneholder middeltall for tørrvekter av røtter fra planter vokset under ulike forhold med hensyn til såtykkelse og planteavstand. En variansanalyse av rotvekter av planter vokset under forskjellige planteavstander ga følgende resultat for de ulike såtykkelser (jfr. tab. 14):

Tabell 14.

Såtykkelse g <i>Density of sowing g</i>	Varianskvotient <i>F</i>	χ^2	Grupper <i>Groups</i>			
			1	2	3	4
3	10,84***	17,34*				
6	19,77***	4,07	A ¹ (6,7)	B og C (8,7 og 8,8)	D (10,6)	E (12,5)
12	9,23***	5,04	A (5,8)	B (7,0)	C, D og E (8,8 8,4 og 7,5)	

¹ Tallene i parentes angir de respektive middelvekter i g. En har altså fått signifikant utslag for planteavstanden for samtlige såtykkelser. Da kjikvadratet for såtykkelse 3 g er signifikant, kan en ikke stole på variansanalysen. Derfor har en ikke skilt ut i grupper for denne.

Av tabell 14 kan en slutte.

Prikler en ut 2-årige granplanter som har vokset opp fra

en såtykkelse av 6 g pr. løpende m såfure, får en utskilt 4 grupper for rotvekter og slik at rotvekten tiltar med økende planteavstand. Under en planteavstand av 10,0 cm blir rotvekten ca. dobbelt så stor som for planteavstanden 2,5 cm.

Hvis en planter ut 2-årige planter fra såtykkelse 12 g, blir rotvektene mindre for samtlige planteavstander og det er ingen sikker forskjell på rotvektene av planter fra de tre største planteavstander. 2-årige planter fra den tetteste såing har ikke hatt evne til å utnytte vekstbetingelsene der planteavstanden har vært over 3,5 cm. Det er altså et samspill mellom såtykkelse og planteavstand. Det hjelper lite å bruke stor priklevstand dersom plantene har stått for tett i frøsengen.

Hvis en sammenlikner dette resultat med tallene for plantenes overjordiske vekt, viser det seg at rotutviklingen er meget mer avhengig av planteavstanden enn plantenes overjordiske del.

f. Såtykkelsens innflytelse på rotvekten.

Av tallene i tabell 13 er det foretatt en variansanalyse av rotvektene hos 4-årige planter fra de ulike såtykkelser. Resultatet framgår av tabell 15.

Tabell 15.

Planteavstand cm <i>Spacing cm</i>	Varianskvotient <i>F</i>	χ^2	Grupper <i>Groups</i>	
2,5 cm	2,33	4,49	1	2
3,5	4,33*	0,73	12g ¹ (7,0)	6g og 3g (8,7 og 8,9)
5,0	(1,15)	1,91		
7,5	6,17***	9,09*		
10,0	24,78***	2,19	12g (7,5)	3g og 6g (11,4 og 12,5)

¹ Tallene i parentesene angir de respektive middelvekter i g.

En får her signifikant utslag for såtykkelsen for planteavstandene 3,5, 7,5 og 10,0 cm. Da kjikvadratet for planteavstanden 7,5 cm er signifikant, har en ikke skilt ut i grupper for denne.

Tabell 16.

Middelvekter av rot, stamme og grener pr. plante.

Mean weight of root, stem and branches per plant.

Såtykkelse g pr. m såfure <i>Density of sowing g per linear meter</i>	Planteavstand cm <i>Spacing cm</i>				
	2,5	3,5	5,0	7,5	10,0
3	24,2	27,2	23,1	42,5	31,8
6	33,9	27,4	35,7	28,4	37,3
12	18,5	20,3	31,6	25,8	27,5
3	23,6	27,5	26,2	27,0	42,4
6	26,0	29,0	33,4	26,0	39,5
12	11,0	26,9	30,7	28,1	26,1
3	20,2	25,7	34,7	32,5	27,9
6	24,0	35,1	31,2	36,8	51,9
12	16,7	19,5	29,3	28,1	24,9
3	22,9	28,2	27,4	32,7	33,9
6	18,0	33,7	30,4	39,5	49,1
12	16,9	24,7	18,3	27,3	26,8
3	27,9	23,8	31,7	26,3	27,2
6	18,4	28,5	18,1	42,0	39,7
12	15,7	17,6	20,3	21,5	17,9
3	29,9	20,6	38,4	47,0	36,3
6	25,8	34,4	24,6	37,7	37,2
12	15,5	16,2	30,6	32,3	24,9
3	23,8	32,7	35,7	35,6	43,7
6	31,5	33,2	20,0	25,8	39,7
12	21,4	16,4	29,7	24,4	24,0
3	22,7	34,7	26,8	23,8	35,9
6	18,0	30,1	32,8	25,5	36,7
12	25,2	44,5	34,6	25,6	25,9
3	26,5	37,9	27,4	28,0	43,5
6	25,1	27,2	28,4	28,9	48,0
12	25,9	31,5	32,6	29,6	32,6
3	23,4	35,7	26,2	41,0	24,5
6	23,5	30,0	30,8	44,4	51,3
12	17,8	19,6	33,1	25,8	19,9
3	34,0	37,0	30,7	35,0	24,3
6	26,9	47,0	28,6	47,8	44,4
12	25,6	22,7	38,5	24,8	20,8
3	25,4	41,6	31,6	26,9	33,6
6	23,3	33,2	29,5	35,6	26,5
12	15,9	23,2	29,4	27,9	24,7

Variansanalysen viser at en for planteavstanden 3,5 og 10,0 cm får betydelig mindre rotutvikling dersom en anvender 2-årige planter fra den tetteste såing. Det viser seg dessuten at det blir det samme enten en benytter 2-årige planter fra såtykkelse 3 g eller 6 g pr. løpende m såfure da rotvektene praktisk talt blir de samme. Det er således ingen grunn til å så tynnere enn 6 g pr. løpende m såfure.

g. Planteavstandens innflytelse på plantens totalvekt.

Når en skal utføre avstandsforsøk i planteskole, er det av stor betydning å vite hvilke mål og hvilke tørrvekter det er nødvendig å observere for å få et tilstrekkelig materiale til bedømmelse av plantenes størrelse og kvalitet. Det har derfor interesse å undersøke om en analyse av plantens totalvekt gir samme resultat som det en får ved en analyse av rotvektene.

Tabell 16 inneholder tall for tørrvekter av plantenes totalmasse for ulike planteavstander og såtykkelser, og i tabell 17 er resultatet av variansanalyser av planteavstandens innflytelse på plantens totalvekt ført opp.

Tabell 17.

Såtyk- kelse g <i>Density of sowing g</i>	Varians- kvotient <i>F</i>	χ^2	Grupper <i>Groups</i>		
			1	2	3
3	3,54*	6,67	A ¹ (25,4)	C, B, D og E (30,0, — 31,1, 33,2 og 33,8)	
6	13,91***	3,85	A (24,5)	C, B og D (28,6, 32,4 og 34,9)	E (41,8)
12	9,69***	12,92*			

A = 2,5 cm, B = 3,5 cm, C = 5,0 cm, D = 7,5 cm, E = 10,0 cm.

¹ Tallene i parentes angir de respektive middelvekter i g.

Konklusjonen av tallene i tabell 17 blir at det for planter fra såtykkelse 3 g og 6 g ikke skulle være nødvendig å bruke større planteavstand enn 3,5 cm.

Sammenlikner en dette med resultatene i tabell 14, viser det

seg at en ved å bruke rotvekten som mål på plantens brukbarhet får utskilt flere grupper. For såtykkelse 6 g i alt fire, med stigende tørrvekt for økende planteavstand. Da rotvekten bare utgjør ca. 30 % av plantens totalvekt, vil plantens overjordiske del være avgjørende for resultatene i tabell 17. Det er således ikke tilstrekkelig bare å undersøke plantens totalvekt ved slike undersøkelser.

h. Såtykkelsens innflytelse på plantens totalvekt.

Tabell 18 inneholder resultater av variansanalyse vedrørende såtykkelsens innflytelse på plantenes totalvekt under de ulike planteavstander.

Tabell 18.

Planteav- stand cm <i>Spacing</i> <i>cm</i>	Varians- kvotient <i>F</i>	χ^2	Grupper <i>Groups</i>		
			1	2	3
2,5	8,72**	0,93	12g ¹ (18,8)	6g og 3g (24,5 og 25,4)	
3,5	6,99**	1,64	12g (23,6)	3g og 6g (31,1 og 32,4)	
5,0	(4,03)	0,44			
7,5	6,33**	10,49**			
10,0	23,29***	4,67	12g (24,7)	3g (33,8)	6g (41,8)

¹ Tallene i parentesene angir de respektive middelvekter i g.

Det viser seg også her at en får betydelig lettere 4-åringer dersom en anvender 2-årige planter fra den tetteste såing. Resultatet stemmer ganske godt overens med resultatet av analysen av plantens overjordiske del i tabell 12.

i. Rotprosenten.

Av tabellene 13 og 16 kan en regne ut hvor stor prosent vekten av roten utgjør av plantens totalvekt. Et sammendrag av en slik beregning er ført opp i tabell 19.

Tabell 19.

Rotens vekt i prosent av plantens totalvekt.
Weight of root in per cent of the total weight of the plant.

Såtykkelse g <i>Density of sowing g</i>	Planteavstand cm <i>Spacing cm</i>				
	2,5	3,5	5,0	7,5	10,0
3	26,7	28,8	31,7	32,9	33,9
6	27,5	26,8	30,9	30,5	30,9
12	30,6	30,0	29,8	31,4	30,0

Tabell 19 viser at en for såtykkelsen 3 g pr. løpende m såfure får en jevn stigning av rotprosenten med tiltagende planteavstand. For såtykkelsene 6 g pr. løpende m såfure er denne tendens mindre utpreget, og for såtykkelse 12 g pr. meter er det intet utslag for rotprosenten for de ulike planteavstander.

j. Rotmassens fordeling på de forskjellige dybdesjikt.

Som nevnt på side 533 ble roten delt opp i dybdesjikt på 5 cm's tykkelse. Dette ble gjort for å se om det var mulig å påvise noen forskjell med hensyn til rotmassen i de ulike dybdesjikt for planter fra forskjellige såtykkelser og planteavstander.

Ved en slik oppdeling av roten får en selvfølgelig ikke det riktige forhold av rotens sjikting når planten står i jorden, men en får i hvert fall et uttrykk for røttenes lengde- og forgreningsgrad. Dette er viktige faktorer når en skal bedømme plante-kvaliteten. Et sammendrag av denne undersøkelse er ført opp i tabell 20.

Prosentene som er avrundet til hele tall er middeltall av 120 planter. Tallene viser at mellom 50—60 % av rotmassen ligger i det øverste 5 cm sjikt. Det er bare mellom 4—9 % av rotmassen som er lengere enn 15 cm. Videre kan en se at røttene av planter fra den tetteste såing er kortere, og at rotlengden tiltar med økende planteavstand.

Disse tall har interesse i tilfelle en vil foreta rotbeskjæringer. Det kan ofte være fordelaktig å kutte av de lengste røtter før plantene settes ut i marken. Særlig er det heldig ved spett-

Tabell 20.

Prosent rotmasse i forskjellige dybdesjikt.

Per cent of root weight in different layers.

Sjikt cm <i>Layer cm</i>	Såtykkelse g <i>Density of sowing g</i>	Planteavstand cm <i>Spacing cm</i>				
		2,5	3,5	5,0	7,5	10,0
0—5	3	59	53	50	51	49
	6	54	55	50	53	51
	12	56	60	61	61	63
Under 10	3	15	20	23	22	24
<i>Beneath 10</i>	6	20	20	22	20	23
	12	15	14	16	15	13
Under 15	3	4	7	8	8	9
<i>Beneath 15</i>	6	7	7	7	7	9
	12	4	4	5	5	3

plantning. Av tabell 20 framgår det at en av disse 4-årige planter ikke skjærer bort mer enn fra 5—10 % av rotmassen om en kutter bort det som er lengere enn 15 cm.

Da det viste seg at variasjonen i middeltallene for toppskuddlengden var meget liten mellom de ulike planteavstander, har en ikke tatt resultatene av disse målinger med.

I tabell 21 er det et sammendrag av målinger av tredje lengste rot.

Tabell 21.

Middellengde av 3. lengste rot, cm.

Mean length of the third longest root, cm.

Såtykkelse g <i>Density of sowing g</i>	Planteavstand <i>Spacing cm</i>				
	2,5	3,5	5,0	7,5	10,0
3	16	17	18	19	19
6	17	18	18	19	21
12	14	14	17	16	16

Tallene i tabell 21 er middeltall av 120 undersøkte planter. For såtykkelsene 3 g og 6 g tiltar rotlengden med stigende planteavstand. Planter fra den tetteste såing viser ingen slik tendens.

Resultater av variansanalyse.
Results of analysis of variance.

Kjennetegn Mark	Plante- avstand cm Spacing cm	Varians- kvotient F	Kjikkvad- rat χ^2	Grupper Groups							
				A				B			
				Såtykkelse g pr. m såfure Density of sowing g per meter of row							
				3	6	12	Middel Mean	3	6	12	Middel Mean
Middellengde av tredje lengste rot Mean length of the third longest root.	2,5	12,27***	4,12			144	144	162	170		166
	3,5	22,27***	2,53			144	144	172	182		177
	5,0	2,84	3,29	183	175	170	176	189	187		188
	7,5	12,37***	1,69			160	160	191			191
	10,0	49,99***	3,05			155	155				211
0—5 cm	2,5	5,30*	8,36*	53,3	55,4		54,4			60,2	60,2
	3,5	11,03***	1,35	50,0	50,1		50,1			60,8	60,8
	5,0	30,94***	4,09	50,8	52,5		51,5			60,7	60,7
	7,5	34,15***	4,08								
	10,0	49,47***	10,96**								
Rotvekt i prosent. Sjikt Root weight in per cent. Layer.	2,5	8,16**	7,17*			13,6	13,6	20,4	19,5		20,0
	3,5	18,37***	1,59			15,5	15,5	22,6	22,0		22,3
	5,0	15,20***	2,06			14,7	14,7	21,9	20,3		21,1
	7,5	29,17***	0,97								
	10,0	59,71	9,38*								
Under Beneath 15 cm	2,5	11,40	7,40*			3,5	3,5	6,8	6,9		6,9
	3,5	17,40***	0,86			4,7	4,7	7,5	7,2		7,3
	5,0	7,10**	0,60			4,8	4,8	7,8	7,3		7,6
	7,5	11,67***	1,17								
	10,0	35,67***	6,56*								

I tabellene 22 og 23 er det et sammendrag av resultatene av variansanalyser vedrørende tredje lengste rot og rotprosenten i de ulike dybdesjikt. Der hvor kjikvadratet ikke er signifikant er det utskilt grupper.

VI. Sortering av 4-årige planter.

Planteskolebestyrer GRANDE opplyser at 4-årig gran i alminnelighet ikke blir sortert i Kvatninga planteskole. Når herredsskogmester eller skogeier forlanger ekstra store planter til ugrasfelt, må en sortere ut de minste. Men selv om plantene selges sams, må en sortere ut såkalte vrakplanter. En har her holdt seg til plantehøyden 10—12 cm. Dette stemmer med det som WIKSTEN (1950) framholder angående sortering av 4-årige planter.

Tabell 24.

Plantenes fordeling på forskjellige høydeklasser, prosent.

Distribution of plants in different height classes, per cent.

Planteav- stand cm <i>Spacing cm</i>	Såtykkelse g pr. m såfure <i>Density of sowing g per linear meter</i>	Høydeklasse cm <i>Height classes cm</i>					
		0—10	11—15	16—20	21—25	26—30	31—35
2,5	3	4,2	35,8	50,8	8,3	0,8	
	6	5,0	46,7	36,7	10,0	1,7	
	12	13,3	54,2	29,2	3,3		
3,5	3	4,2	35,0	39,2	20,0	1,7	
	6	2,5	35,0	47,5	12,5	2,5	
	12	10,0	45,0	38,3	6,7		
5,0	3	6,7	43,3	35,0	14,2	0,8	
	6	5,0	55,0	33,3	6,7		
	12	2,5	44,2	42,5	9,2	1,7	
7,5	3	7,5	40,8	40,8	10,8		
	6	0,8	43,3	40,0	13,3	1,7	0,8
	12	4,2	38,3	47,5	10,0		
10,0	3	6,7	44,2	36,7	12,5		
	6	1,7	25,8	49,2	21,7	1,8	
	12	4,2	45,0	42,5	7,5	0,8	

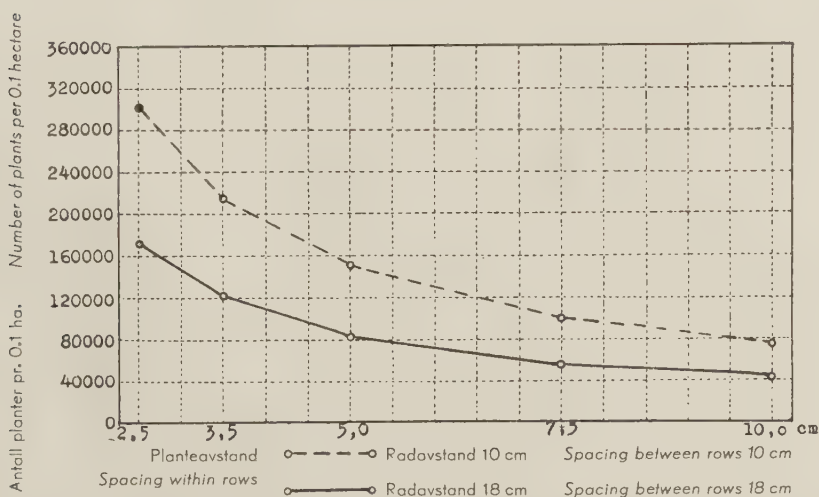
Det er selvfølgelig vanskelig å sette en bestemt sorteringsgrense da plantenes størrelse varierer så meget fra år til år.

Tabell 24 inneholder en oversikt over hvordan det undersøkte plantemateriale grupperer seg i høydeklasser. En ser at en til dels har opp til 13 % av plantene som er mindre enn 11 cm. Slike bør en sortere ut og bruke til skolebarnsplanting på mark der vegetasjonen ikke truer plantenes utvikling. Det viser seg videre i tabell 24 at det er ikke mer enn ca. halvparten av planteantallet som er større enn 16 cm, og det som er større enn 25 cm utgjør en ubetydelig del. Dette beror i vesentlig grad på den relativt lave temperatur i juni og juli 1951.

Planter som skal brukes på typiske ugrasmarker bør derfor under slike klimaforhold stå i plantesengen i 3 år, da selv planter på 25 cm i mange tilfelle er for små under slike forhold.

VI. Forholdet mellom planteavstanden, plantearealet og produksjonsprisen.

Når en på grunnlag av disse undersøkelser skal gi råd til en planteskolebestyrer om hvilken planteavstand en skal bruke under omplanting, kan en ikke bare ta hensyn til plantestør-



Forholdet mellom planteavstand og antall planter pr. dekar.
Relation between spacing and number of plants per 0.1 hectare.

Tabell 25.

Forholdet mellom planteavstand, planteantall og areal.

Relation between spacing, number of plants and area.

	Rader Rows	Radav- stand cm <i>Spacing between rows cm</i>	Planteavstand cm <i>Spacing cm</i>				
			2,5	3,5	5,0	7,5	10,0
Antall planter pr. rad <i>Number of plants per row</i>	på tvers av plante- sengen <i>across the bed</i>	10	50	33	25	17	13
Antall planter pr. 0,1 ha <i>Number of plants per 0,1 hectare</i>			303 000	212 000	152 000	101 000	76 500
m ² pr. 1000 planter <i>Square meters per 1000 plants</i>			3,3	4,6	6,6	9,7	13,0
Antall planter pr. 0,1 ha <i>Number of plants per 0,1 hectare</i>	på langs av plante- sengen <i>lengthwise the bed</i>	18	168 000	118 000	84 200	56 500	42 400
m ² pr. 1000 planter <i>Square meters per 1000 plants</i>			5,9	8,5	11,8	17,6	23,3

relse og rotmasse, men en må også ta hensyn til det areal en har til rådighet samt til produksjonsutgiftene.

I tabell 25 og fig. 1 er der en sammenstilling av forholdet mellom planteavstand og planteareal. Nytt er en planteavstanden 2,5 cm og en radavstand av 10 cm samt en gangbredde av 40 cm, kan en plante ut ca. 303.000 2-åringer på et dekar. Går en opp i en planteavstand av 3,5 cm får en ikke plass for mer enn 212.000 planter. Det utgjør altså ca. 91.000 planter på et dekar. Hvis en benytter en planteavstand av 5,0 cm reduseres planteantallet ydeligere med ca. 60.000 og ved en planteavstand av 7,5 får en ikke plass for mer enn 101.000 planter eller en tredjedel av det en kan få hvis en bruker planteavstanden 2,5 cm.

I Kvatninga planteskole har en like til de siste årene brukt en radavstand av 10,0 cm. Nå har en gått over til langsgående rader og radavstand 18 cm. Dette er for å kunne nytte traktorer

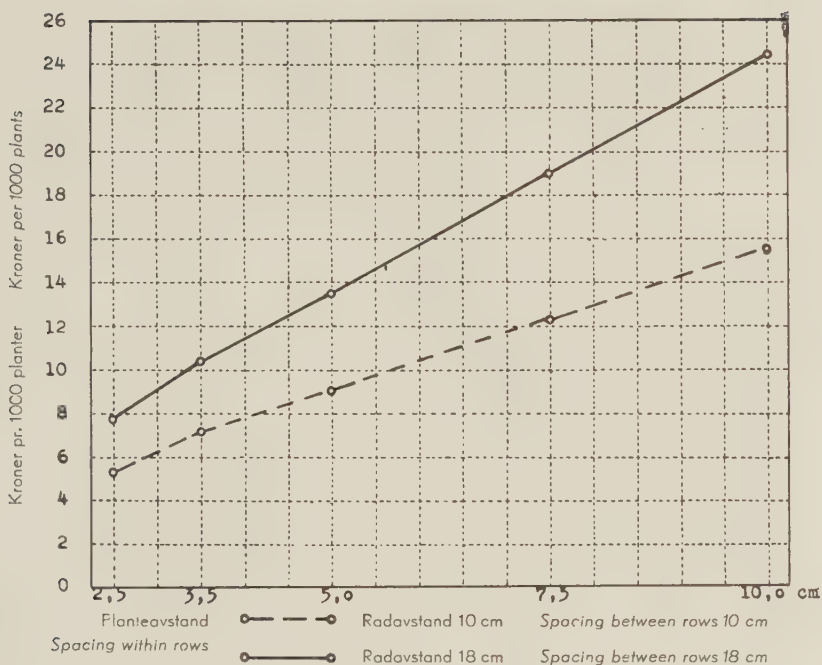


Fig. 2. Utgifter til omplanting, gjødsling og lusing.

Cost of transplanting, fertilizing and weeding.

og rensemaskiner. Som en ser av fig. 1 får en da ikke plass for stort mer enn halvdelen av planteantallet pr. ha. Derfor blir spørsmålet om planteavstanden i raden så meget mer aktuelt. Det gjelder jo å få mest mulig planter i en planteskole, da en sjelden klarer å dekke behovet.

Ennå viktigere enn plantearealet er kanskje produksjonsprisen. Det er flere utgifter i en planteskole som praktisk talt er like stor pr. arealenhet enten plantene står tett eller glissent. Den viktigste og største post er lukeutgiftene, dessuten har en utgifter til gjødsling og administrasjon. Selve omplantingen blir også billigere hvis en kan bruke en liten planteavstand.

I tabell 26 og fig. 2 er der en oversikt over utgifter til omplanting, gjødsling og lusing i Kvatninga planteskole et av de siste årene. Disse utgifter er regnet i kr. pr. 1.000 planter. Administrasjon, jordbearbeiding og en rekke andre utgifter som en har i en planteskole er ikke tatt med. Disse tre poster om-

Tabell 26.

Utgifter i kr. pr. 1000 planter til omplantning, gjødsling og lukiug.
Cost in kroner per 1000 plants for transplanting, fertilizing and weeding.

	Radav- stand cm <i>Spacing bet- ween lines cm</i>	2,5	3,5	5,0	7,5	10,0
Omplanting	10	2,50	3,20	3,50	4,00	4,50
<i>Transplanting.</i>						
Gjødsling, et år	10	0,15	0,23	0,30	0,44	0,58
<i>Fertilizing, one year.</i>						
Lukiug, to år	10	2,64	4,00	5,28	7,76	10,17
<i>Weeding, two years.</i>						
Sum		5,29	7,43	9,08	12,20	15,25
<i>Sum.</i>						
Omplanting	18	2,50	3,20	3,50	4,00	4,50
<i>Transplanting.</i>						
Gjødsling, et år	18	0,26	0,40	0,53	0,80	1,06
<i>Fertilizing, one year.</i>						
Lukiug, to år	18	4,72	7,05	9,42	14,10	18,90
<i>Weeding, two years.</i>						
Sum		7,48	10,65	13,45	18,90	24,46
<i>Sum.</i>						

plantuug, gjødsling og lukiug er brukt bare for å gi en orientering om forholdet mellom planteavstand og utgifter på plantene de 2 år de står i plantesengen.

Regner en med en radavstand av 10 cm, stiger de nevnte utgifter med kr. 2,14 pr. 1.000 når planteavstanden øker fra 2,5 til 3,5 cm. Går en til en planteavstand av 5,0 cm stiger de nevnte utgifter til omtrent det dobbelte av hva de er for avstanden 2,5 cm, og ved en planteavstand av 10,0 cm er de samme poster steget til det tredobbelte.

Som det framgår av fig. 2, blir utgiftene betydelig større dersom en anvender en radavstand av 18 cm. Det viser seg videre at utgiftskurven stiger raskere ved denne radavstand slik at produksjonsutgiftene for planter i de største planteavstander blir relativt større enn om radavstanden er 10 cm.

Nå vil formodentlig lukeutgiften pr. arealenhet bli noe mindre når en får anledning til å bruke traktordrevne radrensere, men noen stor forskjell blir det neppe da de angitte lukeutgifter refererer seg til år der en har nyttet ugradsrep-ende oljer.

Tabell 27.

Prosent avgang av planter etter omplanting.

Per cent mortality of plants after transplanting.

Såtykkelse g pr. m såfure <i>Density of sowing g per linear meter</i>	Planteavstand cm <i>Spacing cm</i>				
	2,5	3,5	5,0	7,5	10,0
3	3,3	0,0	0,0	1,7	0,0
6	1,0	0,0	3,2	0,0	0,9
12	2,0	0,0	0,0	1,7	2,6

Avgangen etter omplanting er som det framgår av tabell 27 ubetydelig i Kvatninga planteskole. STEVEN (1928 s. 159) framholder at en under dårlige vekstforhold får godt resultat for gran også om en nytter en planteavstand av en tomme under omplanting. Men under gode vekstforhold blir plantene større, og avgangsprosenten vil da øke når planteavstanden blir mindre enn to tommer. I Kvatninga er avgangen så liten for alle forsøksledd at det er umulig å påvise noen forskjell.

VII. Diskusjon.

En viktig oppgave i denne undersøkelse er å finne tall som kan være til rettledning for planteskolebestyreren når han skal velge planteavstand.

Kurvene i fig. 1 og 2 viser at planteantallet pr. arealenhet øker og produksjonsprisen pr. 1.000 planter faller jo tettere plantene kan settes under omplantningen. Når en skal avgjøre hvor langt ned en kan gå i planteavstand, må en se på middel-

tallene for plantehøyde, vekt av overjordisk del og rotvekt for de ulike planteavstander.

Av resultatene for de undersøkte såtykkelser må det ansees bevist at 6 g frø pr. løpende m såfure er den heldigste av de tre såtykkelser som er undersøkt. Den besparelse i areal og arbeidsutgifter som en oppnår ved å gå til såtykkelse 12 g pr. løpende m såfure veier lite i forhold til ulempene ved en slik tett såing.

Når det gjelder plantehøyden, er det ikke mer enn ca. en cm forskjell på middelhøyden fra den tetteste til den glisneste avstand som er undersøkt. Kunne en bare ta hensyn til plantehøyden, var det ingen grunn til å bruke større avstand enn 2,5 cm under omplanting.

Ser en på gruppemiddeltallene for plantenes vekt av overjordisk del (tabell 11), tiltar den med ca. 56 % fra den minste utskilte avstandsgruppe til den største. Men stigningen fra avstandsgruppe 1 til avstandsgruppe 2 er bare 28 %.

Gruppemiddeltallet for rotvekten (såtykkelse 6 g tabell 14) er for planteavstanden 2,5 cm 6,7 g. Den stiger med ca. 86 % når planteavstanden øker til 10 cm. Stigningen fra planteavstand 2,5 cm til 3,5 cm utgjør ca. 30 %. Spørsmålet er da hva dette har å bety for plantenes tilslag og vekst etter utplanting i marken.

Skal en holde en planteskole i god hevd, må en drive vekselbruk med gras. Dette krever meget plass og det gjelder derfor å finne den minste planteavstand som det er forsvarlig å bruke.

STEVEN (1928 s. 159) framholder at en for gran bør bruke en planteavstand av 2 tommer dersom plantene skal stå i 2 år i priklesengen. Han begrunner dette med at gran har forholdsvis grundtgående rotsystem. HEDEMANN GADE (1947) anbefaler en planteavstand av 6,5 cm. Men det gjelder områder med betydelig varmere og tørrere somrer enn en har i Namdalen.

Under liknende klimatiske forhold som de en har i Kvatninga, må det kunne forsvares ikke å bruke større planteavstand enn 3,5 cm i hvert fall ved produksjon av 4-årige planter. De fordeler en oppnår ved større avstand står neppe i forhold til den økete produksjonspris.

En må være merksam på at det som er nevnt om planteavstanden bare gjelder for planteskoler som ligger i strøk med

tilsvarende klima som i Kvatninga. I et slikt fuktig kystklima skulle en ikke behøve å sette så store krav til rotsystemet. Våre resultater fra skogkulturforsøkene viser at planteavgangen etter utplantning i marken er betydelig mindre i Trøndelag enn den er på Østlandet.

Skulle jeg på grunnlag av disse undersøkelser gi planteskolebestyreren råd for driften i Kvatninga planteskole, blir det følgende:

Forsøk med planteavstanden 2,5 cm for halvparten av det som skal omplantes. Disse planter selges som 4-årige og anvendes på marktyper der vegetasjonen ikke truer plantenes utvikling.

Den annen halvdel omplantes i en avstand av 3,5 cm. En del av disse bør stå 3 år i plantesengen. Disse 5-åringer reserveres for de verste ugrasmarker.

Mengden av de planter som skal leveres som 5-årige må reguleres etter behovet hos planteavtakerne.

Ved en slik ordning kan en spare så meget ved å gå ned til 2,5 cm avstand for halvparten at en uten å få økete utgifter for planteskolen kan produsere de nødvendige 5-åringer for ugrasmarkene. Men det er en absolutt forutsetning at planteskolejorden holdes i god hevd.

Hvis en planteskole skal produsere 2.000.000 4-årige planter, sparer en bare på kontoene omplantning, gjødsling og lusing ca. 3.000 kr. ved å minske planteavstanden fra 3,5 cm til 2,5 cm. Dessuten sparer en inn ca. 30 % av arealet. Dette gjelder for en radavstand av 18 cm. Resultatet fra denne undersøkelse stemmer godt med HEIKINHEIMOS forsøk (HEIKINHEMO 1940) da en også her har fått større rotmasse med stigende planteavstand. Det er sikkert gunstig for rotutviklingen at plantene står glissent, men en ting er hva som er gunstig og en annen ting er hva som er mest fordelaktig. I finske planteskoler brukte de før krigen en planteavstand av 8 cm. Men der er klimaet helt forskjellig fra det en har i Kvatninga. Det er tørrere og varmere.

I Kvatninga kan en ikke oppnå tilstrekkelig store 4-årige planter som er skikket for de verste ugrasmarker selv om en bruker en planteavstand av 10 cm da det er sommertemperaturen som er minimumsfaktoren.

En må også anta at størrelsen av rotsystemet spiller mindre rolle når plantene skal settes ut i strøk der det er stor sommer-nedbør og lav temperatur.

Da etterspørselen etter planter er meget større enn plante-skolens kapasitet, må en også ta hensyn til det. Først når resultatene av kulturforsøk med planter fra ulike planteavstander foreligger, kan en få sikre holdepunkter for bestemmelsen av den mest fordelaktige planteavstand.

VIII. Konklusjon.

1. Av de undersøkte såtykkelser 3 g, 6 g og 12 g frø pr. løpende m såfure, får en de største 4-årige planter der en har nyttet 2-åringer fra såtykkelsen 6 g pr. løpende m. Det samme forhold gjør seg gjeldende for vekt av overjordiske del, rotvekten og plantens totalvekt.

2. Dette utslag på 4-årige planter fra ulike såtykkelser er relativt lite for de korte planteavstander og er størst for planteavstanden 10 cm.

3. Det er således ingen grunn til å så glisnere enn 6 g frø pr. løpende m såfure.

4. Innen de undersøkte planteavstander 2,5 cm, 3,5 cm, 5,0 cm, 7,5 cm og 10,0 cm, er det meget liten forskjell på høyden av de 4-årige planter.

5. Det er også liten forskjell på vekten av den overjordiske del for avstandsgruppene 2,5 cm, 3,5 cm, 5,0 cm og 7,5 cm. I avstandsgruppen 10,0 cm får en derimot tyngre planter.

6. Når det gjelder rotvekten, er det et samspill mellom såtykkelse i frøseng og planteavstand i planteseng; slik at frøplanter fra den tetteste såning (12 g pr. radmeter) ikke kan nytte større planteavstand enn 3,5 cm.

7. For såtykkelse 6 g pr. m tiltar rotvekten med økende planteavstand, slik at den for planteavstanden 3,5 cm er ca. 30 % større enn for planteavstanden 2,5 cm. Ved planteavstanden 10,0 cm er rotvekten ca. 90 % større enn på planteavstanden 2,5 cm.

8. Røttene på 4-årige planter fra den tetteste såing er

kortere enn røttene på 4-årige planter fra den glisne og midlere såtykkelse. Dessuten synes rotlengden å tilta med økende planteavstand.

9. Ved slike forsøk er det nødvendig å undersøke vekten av roten, vekten av plantens overjordiske del og plantehøyde, da plantevekten ved siden av plantehøyden gir et bedre grunnlag for bedømmelse av plantens kvalitet enn om en bare har den ene av disse faktorer.

10. Da utgiftene til bare omplanting, gjødsling og lusing stiger med ca. 35 % ved å øke planteavstanden fra 2,5 cm til 3,5 cm, bør en overveie nøye om det en oppnår i økete rotvekter ved å bruke planteavstanden 3,5 cm står i forhold til merutgiftene.

Sikre tall for hvilken planteavstand det er som er mest fordelaktig kan en først legge fram når en får se hvordan tilslagsevnen og høydetilveksten ute i marken er hos planter fra de forskjellige avstandsgrupper.

Experiments with Different Densities of Sowing and Different Spacing for Norway Spruce in Kvatninga Forest Nursery.

Kvatninga forest nursery is located about 15 km west of Namsos at about $64^{\circ} 30'$ N. lat., $1^{\circ} 0'$ west of the Oslo meridian (cp. MORK 1933, p. 7), and about 25 m above sea level. The soil consists of fine sand. The normal yearly precipitation is 1200 mm, with the normal mean temperature for June—September being 11.7° C.

The nursery has no facilities for irrigation since sufficient water is supplied generally by abundant precipitation in the growing period. The limiting factor for plant growth seems to be the summer temperature.

This investigation aims to clarify the following problems:

1. Does the sowing density have any bearing upon the size and development of the plants in the transplanting bed?
2. Which is the smallest spacing that may be used in transplanting without appreciably inhibiting plant development?
3. How does different spacing affect the root development?
4. Is the root development at different depths influenced by the sowing density and the spacing?
5. Which sowing densities and spacing are most suitable in Kvatninga forest nursery?
6. Which factors should be considered in the treatment of such experiments?
7. What is the relationship between various spacings and production price?

All seeds were drill-sown and in the tests the following amounts of seed were used: 3 g, 6 g, and 12 g.

The seeding was made in the spring of 1948. In the spring of 1950, 2-year-old seedlings were transplanted from each of the aforementioned sowing densities with the following spacing being used: 2.5 cm, 3.5 cm, 5.0 cm, 7.5 cm, and 10.0 cm. The experiment was laid out as a block experiment.

No grading of the 2-year-old seedlings was performed except for the rejection of all plants under 6 cm.

The transplanting was carried out in the customary manner with rows across the seed bed. Number of plants in each row and the cost of transplanting are shown in Table 1, p. 533.

In the autumn of 1951, the plants were lifted, washed, and dried at 65° C. The following factors were investigated:

1. Plant height. 2. Length of the third longest root. 3. Weight of overground parts (trunk + branches). 4. Weight of roots in various depth layers. 5. Total weight of roots.

Altogether 1800 plants were investigated and the resulting figures were treated statistically. The results appear from Tables 2—26.

Conclusions.

1. An investigation regarding the sowing densities of 3 g, 6 g, and 12 g of seeds per linear meter of sow drill showed that the largest 4-year-old seedlings were obtained where 2-year-old seedlings had been used from a sowing density of 6 g per linear meter. The same was true with respect to overground plant parts, root weight, and total plant weight.

2. This effect upon 4-year-old seedlings from beds of different sowing densities was relatively slight for the short spacings, whereas it was most marked for a spacing of 10 cm.

3. Accordingly there is no reason to sow less than 6 g of seed per linear meter of sow drill.

4. The following spacing were investigated: 2.5 cm, 3.5 cm, 5.0 cm, 7.5 cm, and 10.0 cm. Within these spacings the difference in height among the 4-year-old seedlings was very slight.

5. Little difference was also found in the weight of the overground plant parts for spacings of 2.5 cm, 3.5 cm, 5.0 cm, and 7.5 cm. A spacing of 10.0 cm, on the other hand, yielded heavier plants.

6. Concerning the root weight there is a relation between sowing density in seedbed and spacing in transplanted bed so that seedlings from the greatest sowing density (12 g per linear meter) cannot utilise wider spacing than 3,5 cm.

7. The root weight increased with increasing spacing in such a manner that for a spacing of 3.5 cm the gain was about 30 % over that recorded for a spacing of 2.5 cm.

8. The roots of 4-year-old seedlings from the greatest sowing density were shorter than the roots from 4-year-old seedlings from the lower and medium densities. The length of the roots also seemed to increase as the spacing increased.

9. In such experiments it is necessary to investigate the root weight, the weight of the overground plant parts, and the plant height, since the weights together with the plant height provide a better basis for judging the plant quality than does either one of these factors when used alone.

1. Since the costs of transplanting, fertilization, and weeding increase by about 35 % when the spacing is increased from 2.5 cm to 3.5 cm, it should be carefully considered whether the gain obtained in root weights by using a spacing of 3.5 cm is in proportion to the added expence.

Concerning the most advantageous spacing definite figures can only be given when field observations have been made of height increment and percentage of plant survival for the different spacings.

Litteratur.

- BIRKELAND, M. J. (1935): Mittel und Extreme der Lufttemperatur
Geofysiske Publikasjoner Vol. XIV No. 1. Det norske Videnskaps-
Akademi i Oslo.
- HEDEMAN, GADE, E. (1947): Skogsodling. Föredrag hålna å Skogshøg-
skolan, dels vid skogsodlingskursen den 23.—26. april 1945, dels
den 2. december 1947.
- HEIKINHEIMO, OLLI (1940): Metsäpuiden taimien kasvatus taimitar-
hossa, Referat: Versuche in Baumschulen, Helsinki.
- HESSELMAN, H. (1932): Om Klimatets humiditet i vårt land och dess
inverkan på mark, vegetation och skog. Medd. f. Statens Skogs-
försöksanstalt. H. 25. — Stockholm.
- MORK, E. (1949): Hvilken betydning har planteavstanden i planteskolen
for plantenes størrelse og rotutvikling? Skogeieren s. 3. — Oslo.
- MORK, E. (1933): Temperaturen som foryngelsesfaktor i de nordtrøn-
derske granskoger. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen Nr. 16
H. 1. B V. — Oslo.
- OTTESTAD, P. (1950): Forelæsninger over Variansanalyse. — Oslo.
- STEVEN, H. M. (1928): Nursery investigations. Bull. Forestry. Commis-
sion No. 11. — London.
- WIKSTEN, Å. (1950): Nogra försök med omskolning av tall och gran.
Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift no. 2 1950.

FRITS JØRGENSEN

Priskoblingsberegning for
fyrstikvirke af asp

*Price-Clutch-Calculation for
Match Timber of Aspen*

Forord.

Det foreliggende arbejde er blevet til på foranledning af BRYN-HALDEN & NITEDALS TÆNDSTIKFABRIK, A/S. For den interesse hvormed fabrikkens ledelse har fulgt arbejdet, bringer jeg herved min bedste tak.

Forsøksleder BØRSET, Ingeniør F. H. FRØLICH'S Fond, har været mig behjælpelig med udarbejdelsen af afsnittene II, 1; II, 2; og VII. Skogdirektør dr. agric. A. LANGSÆTER, professor, dr. polit. A. HOWARD GRØN, forsøksleder O. BØRSET, og forstfuldmægtig N. K. HERMANSEN har gennemlæst manuskriptet. For den hjælp jeg her igennem har modtaget, bringer jeg ligeledes min bedste tak.

Vollebekk i februar 1952.

Frits Jørgensen.

Indholdsfortegnelse.

I. Indledning	575
II. Grundlæggende oplysninger	576
1. Produktionsforhold for asp og gran	576
2. Sortimentsforhold for asp	581
3. Prisgrundlag for gran og for slip- og veddimensioner af asp	586
4. Driftsomkostninger for gran og asp	587
III. Beregninger	589
1. Balancetal for gran	590
2. Balancetal for asp	591
3. Beregning af fællespris for fyrstikvirke	598
4. Fællesprisens opdeling i klassepriser	606
IV. Diskussion af resultaterne	607
V. Resumé	614
VI. Litteraturfortegnelse	616
VII. <i>Price-Clutch-Calculation for Match Timber of Aspen</i>	617

I. Indledning.

I forbindelse med de årlige forhandlinger om prisen for fyrstikvirke av asp sommeren 1951 blev følgende spørgsmål rejst: *Hvilken pris må betales for fyrstikvirke av asp, for at aspedyrkning skal være lige så lønsom som grandyrkning?*

Dette problem har ganske stor praktisk betydning såvel for fyrstikindustrien som for de skovejere der har boniteter som egner sig for aspedyrkning.

Fyrstikindustrien må på sin side føre en prispolitik der ikke alene gør den øjeblikkelige tømmerdrift så lønsom at industrien får tilfredsstillende tømmerdækning, men som også gør det til en fornuftig investering at plante asp, således at den indenlandske råstoffsyrning kan sikres på længere sigt.

Skovejerne har på deres side interesse i at kende denne pris, når de skal afgøre om de i et foreliggende tilfælde skal plante asp eller gran for på længere sigt at opnå den største afkastning. Tænkte man sig nu at fyrstikindustrien, gennem en programerklæring om sin fremtidige prispolitik, bandt prisen for fyrstikvirke til den til enhver tid gældende granpris på en sådan måde at man måtte forudsætte samme langsigtige lønsomhed for asp som for gran, da ville skovejeren heri have et incitament til at plante asp på de steder hvor forholdene iøvrigt lå godt til rette for denne træart.

Set fra et teoretisk synspunkt har problemstillingen interesse udover det foreliggende konkrete tilfælde, på alle steder hvor to eller flere træarter konkurrerer om grunden. Jeg har derfor fundet det naturligt at give en grundig redegørelse for den benyttede beregningsmetodik, så at eksemplet kan danne grundlag for tilsvarende beregninger for andre træarter.

II. Grundlæggende oplysninger.

Den »priskoblingsberegning« der er gennemført i det følgende, bygger på samme princip som den tidligere kendte kostprisberegning (Sml. HILEY 1930 pg. 176 ff og GRØN 1936 og 1943 pg. 62 ff), idet man beregner hvilken aspepris man må benytte for at få samme balancetal for asp og gran på tilsvarende boniteter. Kulturudgift og primære forvaltningsomkostninger forudsættes da ens i begge tilfælde.

Ved en træarts balancetal forstås summen af de til bestandets anlægsår diskonterede nettoindtægter af tynningshugst og hovedhugst. Foruden produktionsforholdene for gran og asp og priserne på gran, spiller det derfor også en rolle, hvilken rentefod der benyttes ved diskonteringerne. En høj rentefod vil favorisere den træart der, som helhed betragtet, giver tidlige indtægter. Ved de efterfølgende beregninger er der regnet med en rentefod på 0,03. Virkningen af en ændring i rentefoden er dog belyst gennem et eksempel.

Når man specielt spørger om priserne for fyrstikvirke af asp, er det endvidere af betydning at få fastlagt mængdeforholdet mellem fyrstikvirke og andet virke i aspeproduktionen, samt at få fastlagt til hvilke priser dette andet virke afsættes.

Endelig må driftsomkostningerne for de forskellige gran- og aspesortimenter fastlægges.

Listen over de nødvendige grundlæggende oplysninger ser da således ud:

1. Produktionsforhold for asp og gran.
2. Sortimentsforhold for asp.
3. Prisgrundlag for gran og for slip- og veddimensioner af asp.
4. Driftsomkostninger for asp og gran.

1. Produktionsforhold.

Som grundlag for beregningerne er benyttet de i fig. 1—4 angivne produktionstal for asp. Disse produktionstal er grafiske udjævninger der bygger på de tre svenske forsøgsefter i asp: 376, 377 og 378 (her gengivet efter PETRINI 44) samt målinger fra en række norske forsøgsefter (udlånt til mig fra ingeniør

F. H. FRÖLICH's fond til aspeskovbrugets fremme). Produktionstallene angiver kun hovedbestandets kubikmasse m.v.; produktionen i et eventuelt underbestand er holdt udenfor beregningerne (sml. dog senere side 611 f.).

H
 n

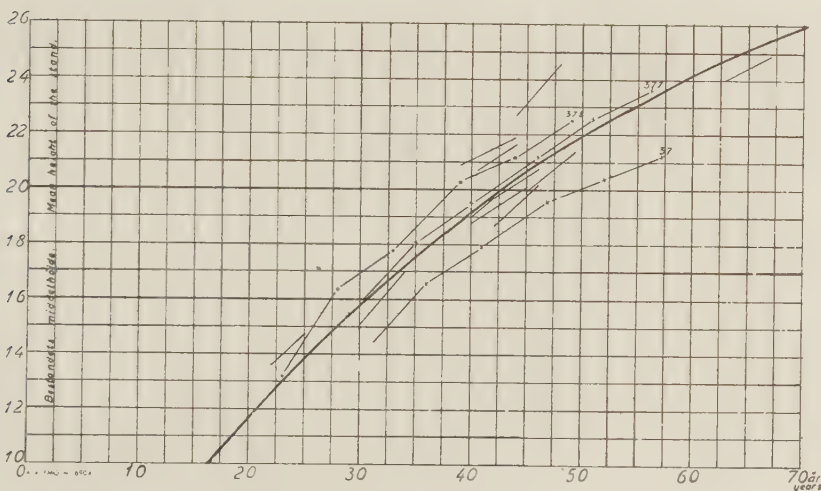


Fig. 1. Bestandsmiddelhøjde over alder for asp for de tre svenske forsøgsefter (sml. teksten) og for et udvalg af norske efter på samme bonitet. Kraftigt optrukket den benyttede udjævningskurve.

Relation of mean height of stand to age for aspen, plotted for three Swedish sample plots, 376, 377 and 378, and for a selection of Norwegian sample plots on the same quality class of site. The drawn curve shows the estimate used in the calculations.

Fig. 1 viser højdeudviklingen over alder for de tre svenske forsøgsefter og for et tilfældigt udvalg af norske efter på tilsvarende bonitet. Endvidere ses den ved beregningerne benyttede udjævningskurve for bestandsmiddelhøjde.

Fig. 2 viser de til den valgte bonitet svarende udjævningskurver for totalproduktion af stammevolumen med og uden bark, samt hertil svarende kurver for stående kubikmasse og opsummerede tyndningsudbytter uden bark. Totalproduktionen med bark for de 3 svenske efter er indlagt som kontrol. De to sidste udjævningskurver forudsætter en lidt stærkere tyndings-

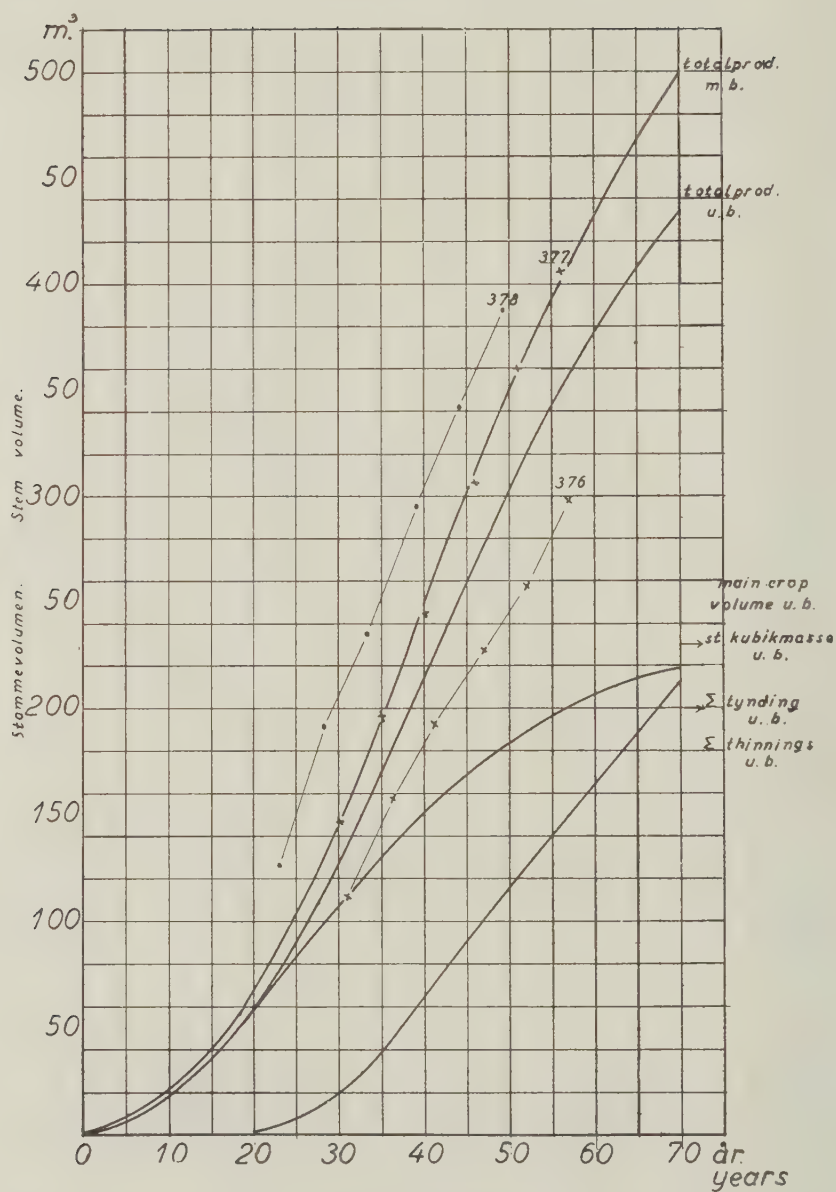


Fig. 2. Totalproduktion af stammevolumen pr. ha med og uden bark samt stående kubikmasse og opsummeret tyndning pr. ha uden bark, alt over alder. Totalproduktion m.b. for de tre svenske forsøgspalter indlagt som kontrol. Aspen.

Total production o.b. and u.b. per hectare together with volume of main crop and summarized thinnings u.b. per hectare. Total production o.b. for the three Swedish sample plots are plotted in comparison. Aspen.

hugst end den grundmaterialet angiver. I overensstemmelse hermed er der stipuleret en lidt raskere diameterudvikling end grundmaterialet tilsiger. Diameterkurver ($D_{1,3}$ m.b.) over alder

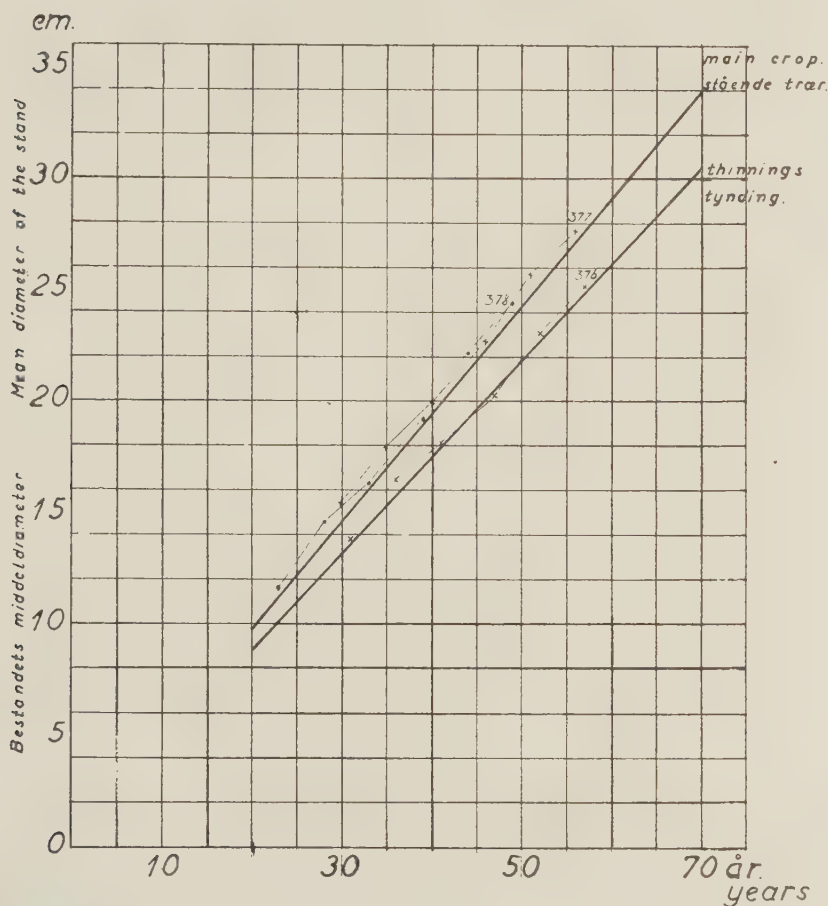


Fig. 3. Middel-diameter i brysthøjde m.b. for stående træer og tynding. $D_{1,3}$ m.b. for stående træer fra de tre svenske forsøgsfelter indlagt som kontrol. Asp.

Mean diameter at breast height o.b. for main crop and thinnings. Mean diameter for main crop o.b. from the three Swedish sample plots is plotted in comparison. Aspen.

for stående træer og tynding er gengivet i fig. 3. Der er for alle aldre regnet med et forhold mellem disse to diameter: $\frac{d}{D} = 0,9$. Som kontrol er indlagt diameter med bark for stående

træer for de svenske felter. Kurven over dobbelt barktykkelse (fig. 4), bygger udelukkende på norsk materiale.

De anførte produktionstal er så godt underbyggede at der næppe kan være tvivl om at de vil kunne opnås mange steder i Norge. Det springende punkt er derfor i første række: Hvilken

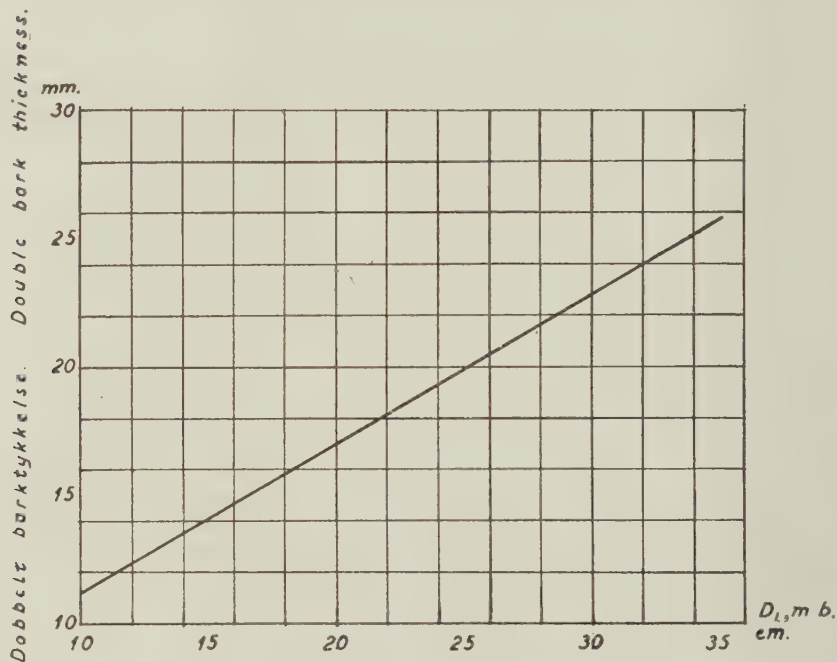


Fig. 4. Dobbelt barktykkelse over diameter m.b. Asp.
Relation of double bark thickness to D.B.H. o.b. Aspen.

granproduktion ville kunne opnås på de pågældende arealer, eller med andre ord: Hvilken granbonitet kan de angivne produktionstal for asp sammenlignes med?

Sammenlignende målinger der kan belyse dette spørgsmål findes ikke offentliggjort. De foreliggende beregninger må derfor principielt udføres alternativt, så hver enkelt interesseret selv kan danne sig en mening om, hvilke resultater han bør benytte, idet han så, alt efter sine forudsætninger, kan indregne en efter forholdene rimelig sikkerhedsmargin.

Her skal blot anføres at det ifølge oplysninger fra ingeniør F. H. FRÖLICH's fond vil være rimeligt at antage at den anførte

bestandsudvikling for asp vil kunne opnås på en granbonitet B (Skogforsøksvesenets produktionstabeller, se EIDE og LANGSÆTER 1941).

I overensstemmelse hermed er hovedvægten i det følgende lagt på en sammenligning med denne bonitet, men beregningerne er også gennemført for bon. A og C. At sammenligningsboniteten ligger mellem disse to ydergrænser kan der næppe herske berettiget tvivl om.

Middelproduktionen pr. ha for asp ved 70-årig omløbstid bliver efter de givne forudsætninger 7,13 m³ m.b. De tilsvarende tal for gran for bonitet A, B og C ved optimal omløbstid bliver: Bon. A, 12,7 m³, Bon. B, 9,8 m³ og bon. C, 7,2 m³. Aspeproduktionen i % av granproduktionen bliver således: Bon. A 56 %, Bon. B 73 % og bon. C 99 %.

For at få forholdet mellem priserne på gran og asp fuldstændig belyst, burde beregningerne foretages for flere forskellige aspeboniteter. Det tekniske grundlag for en sådan udvidelse av beregningerne er imidlertid så spinkelt, at det her er fundet rimeligst at nøjes med en enkelt aspebonitet. Herved indskrænkes beregningernes gyldighedsområde til »asp på høj bonitet«. Dette dækker dog også langt det vigtigste interesseområde, idet man, ud fra et rent biologisk synspunkt, ikke idag vil anbefale aspedyrkning på de svagere boniteter.

2. Sortimentforhold.

For å nå frem til prisen for fyrstikvirke må, som tidligere nævnt, fordelingen mellem fyrstikvirke og andet virke fastlægges. På det enkelte træ er denne fordeling foretaget således at alt virke med en topdiameter over 18 cm u.b. og en længde over 4 hm. regnes som fyrstikvirke. Beregningerne tager altså ikke hensyn til at råte eller anden fejl kan diskvalificere virke der tilfredsstiller dimensionskravene, (Sml. dog senere pg. 612).

For at fastlægge længden og kubikindholdet av fyrstikvirket i hvert enkelt træ er benyttet Skogforsøksvesenest avsmalningstabeller for granskog (EIDE og LANGSÆTER 1929). Med indgang for D_{1,3} u.b. og den hertil svarende bestandsmiddelhøjde (se fig. 1) er i tabellen fundet længden og det procentiske kubikindhold af en stok med en topdiameter på 18 cm u.b. De fundne

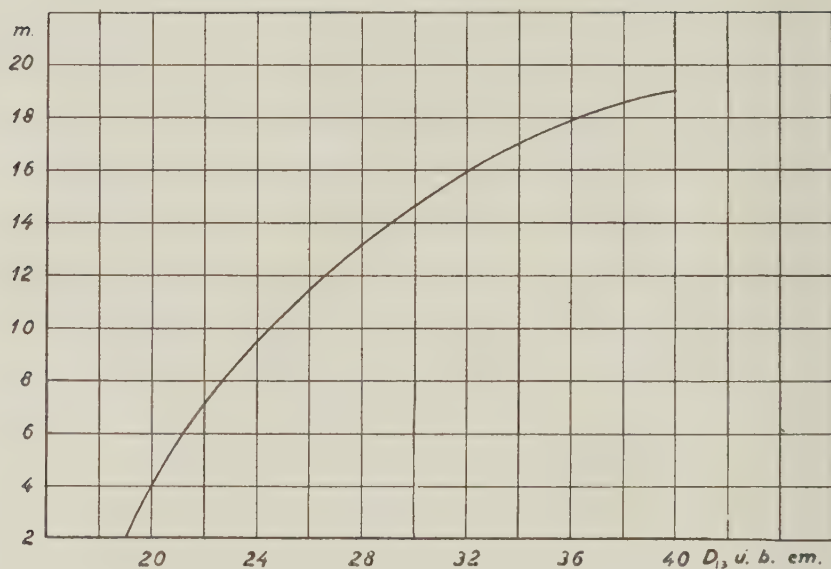


Fig. 5. Længde af stammen indtil 18 cm, s topdiameter u.b.
over D_{13} u.b. Asp.

*Relation between length of stem up to 18 cm. top diameter
u.b. and D.B.H. u.b. Aspen.*

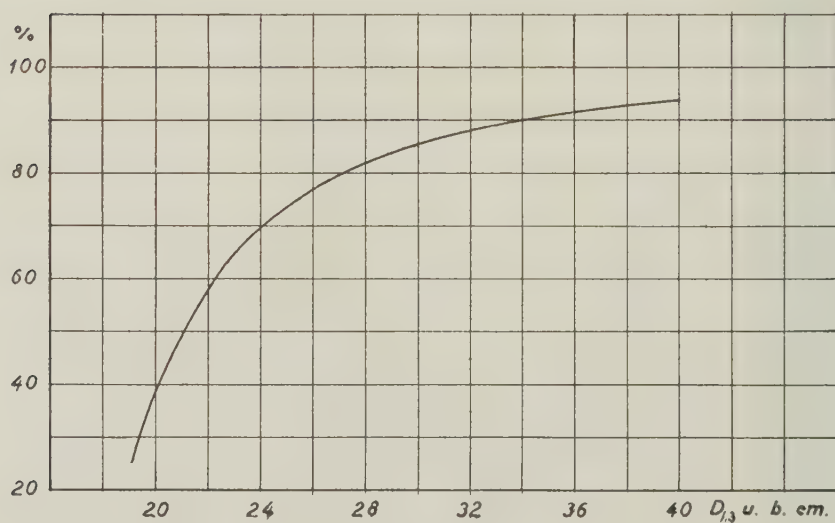


Fig. 6. Procent fyrstikvirke over D_{13} u.b.
Relation of match-timber-percentage to D.B.H. u.b.

Tabel 1.

Eksempel på beregning af fyrstikvirkeprocenten og dennes fordeling til dimensionsklasser som funktion af middeldiameteren.

An example of calculation of the match-timber-percentages, total, and by dimension classes, in relation to the mean diameter.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Middel-diam. u.b. cm.	$D_{1,3}$ u.b. cm.	Dimen-sions-fordel-ing % <i>Distribution of dimensions %</i>	Fyrstikvirke % <i>Match timber %</i>	$ 3 \cdot 4 $ %	% fyrstikvirke i dimensions-klasserne <i>% of match timber in the dimension classes.</i>			
Mean diam. u.b. cm	D.B.H. u.b. cm			$ 3 \cdot 4 $ %	Midtdiameter, cm u.b. <i>Mid diameter, cm u.b.</i>			
					< 21	21-23,9	24-28,9	≥ 29
24	< 20	7,5	0	0				
	20	8,7	39	3,39	3,39			
	22	12,8	58	7,42	2,75	4,67		
	24	16,0	70	11,20	1,90	9,30		
	26	17,3	77	13,32	1,73	4,93	6,66	
	28	14,8	82	12,14	1,34	2,43	8,37	
	30	11,0	85	9,35	0,94	1,31	7,10	
	32	7,2	88	6,34	0,51	0,57	2,66	2,60
	34	3,7	90	3,33	0,23	0,20	1,07	1,83
	36	1,0	92	0,92	0,06	0,04	0,22	0,60
		100,0		67,41	12,85	23,45	26,08	5,03
26	< 20	3,0	0	0				
	20	5,2	39	2,03	2,03			
	22	8,6	58	4,99	1,85	3,14		
	24	12,3	70	8,61	1,46	7,15		
	26	16,9	77	13,01	1,69	4,81	6,51	
	28	17,4	82	14,27	1,57	2,85	9,85	
	30	15,0	85	12,75	1,28	1,79	9,68	
	32	10,7	88	9,42	0,75	0,85	3,96	3,86
	34	6,8	90	6,12	0,43	0,37	1,96	3,36
	36	3,1	92	2,85	0,17	0,11	0,68	1,89
	38	1,0	93	0,93	0,05	0,02	0,16	0,70
		100,0		74,98	11,28	21,09	32,80	9,81

resultater er grafisk fremstillet som funktion af $D_{1,3}$ u.b. i henholdsvis fig. 5 og 6. I fig. 8 er indlagt det procentiske kubikindhold som funktion af bestands-middeldiameteren. Denne sidste kurve er beregnet på grundlag af dimensionsfordelingen for gran (EIDE og LANGSÆTER 1941, samt FRYJDET 1952),

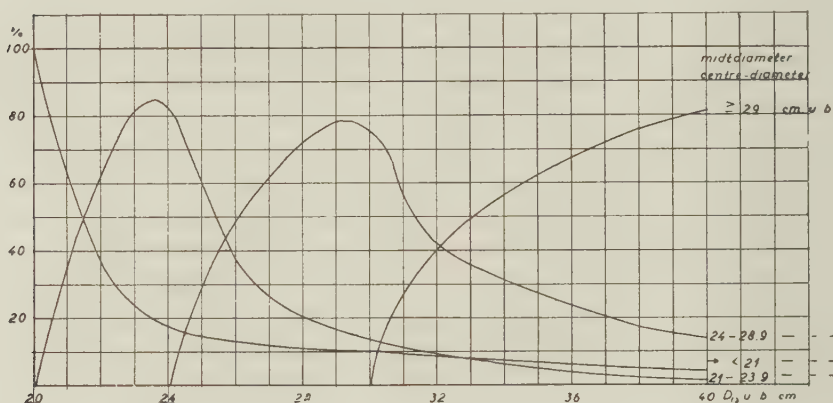


Fig. 7. Fyrstikvirkets procentiske fordeling til prisklasser over $D_{1,3}$ u.b.
The distribution of match-timber-percentages on price classes, by D.B.H. u.b.

idet hver enkelt dimensions procentiske indhold af fyrstikvirke er multipliceret med dimensionens procentiske andel i middeldimensionens kubikmasse. Et eksempel vil illustrere beregningen.

Ved en middeldiameter i brysthøjde u.b. på f.eks. 24 cm finder man den i tabel 1 anførte procentiske fordeling af kubikmassen u.b. til diameterklasser. (Kolonne 3).

I 4. kolonne findes diameterklassernes procentiske indhold af fyrstikvirke (aflæst på fig. 6). Disse to kolonnens produktsum divideret med 100 giver middeldiameterens procentiske indhold af fyrstikvirke (kolonne 5).

For at finde fyrstikvirkets fordeling til de forskellige prisklasser er der, ligeledes på grundlag af avsmalningstabellene for gran, foretaget en teoretisk aptering. Ved indgang i tabellerne er benyttet $D_{1,3}$ u.b. og den hertil svarende bestandsmiddelhøjde (fig. 1). Der er apteret i flg. fire klasser:

1. Midtdiam. < 21 cm u.b.
2. » 21—23,9 cm u.b.

3. Midtdiam. 23,9—28,9 cm u.b.

4. » \geq 29 cm u.b.

Mindste længde er sat til 4 hm. og hver stok er apteret således at den giver størst mulig kubikmasse i de højere pris-klasser. Apteringens resultat er oplagt på millimeterpapir, og udjævnet grafisk (fig. 7).

Figuren viser kubikmassens procentiske fordeling til pris-klasser som funktion af $D_{1,3}$ u.b. Tabel 2 belyser fordelingen i tal.

For at finde prisklassfordelingen som funktion af bestands-middeldiameteren er fyrstikvirkeprocenten i tabel 1 opdelt i prisklasser på grundlag af den procentiske fordeling i tabel 2. (Kolonne 6, 7, 8 og 9 i tabel 1). Opdelingsresultat er grafisk illustreret i fig. 8.

Som nævnt er beregningerne i tabel 1 udført på grundlag af avsmalningstabeller og dimensionsfordeling for gran. Dette er nødvendigt da tilsvarende erfaringstal for asp ikke foreligger. For at få et begreb om størrelsen af en eventuel fejl ved den anvendte fremgangsmåde er længden og det procentiske kubik-indhold af fyrstikvirke kontrolleret på stikprøvevis udtagne sektionsmålte prøvetræer af asp (materialet udlånt af ingeniør

Tabel 2.

Fyrstikvirkets procentiske fordeling til dimensionsklasserne.

Distribution of match timber on dimension classes.

$D_{1,3}$ u.b. <i>D.B.H.u.b.</i>	Dimensionsklasse, midtdiameter cm u.b. <i>Dimension class, mid diameter in cm u.b.</i>				Ialt <i>Total</i>
	< 21	21—23,9	24—28,9	\geq 29	
20	100	0	0	0	100
2	37	63	0	0	100
4	17	83	0	0	100
6	13	37	50	0	100
8	11	20	69	0	100
30	10	14	76	0	100
2	8	9	42	41	100
4	7	6	32	55	100
6	6	4	24	66	100
8	5	2	17	76	100
40	4	1	14	81	100

FRÖLICH's fond). Denne prøve viste ingen ensidige afvigelser fra grankurven.

Tilsvarende er dimensionsfordelingen for gran sammenlignet med en del forsøgsefter i asp (ligeledes udlånt af ingeniør

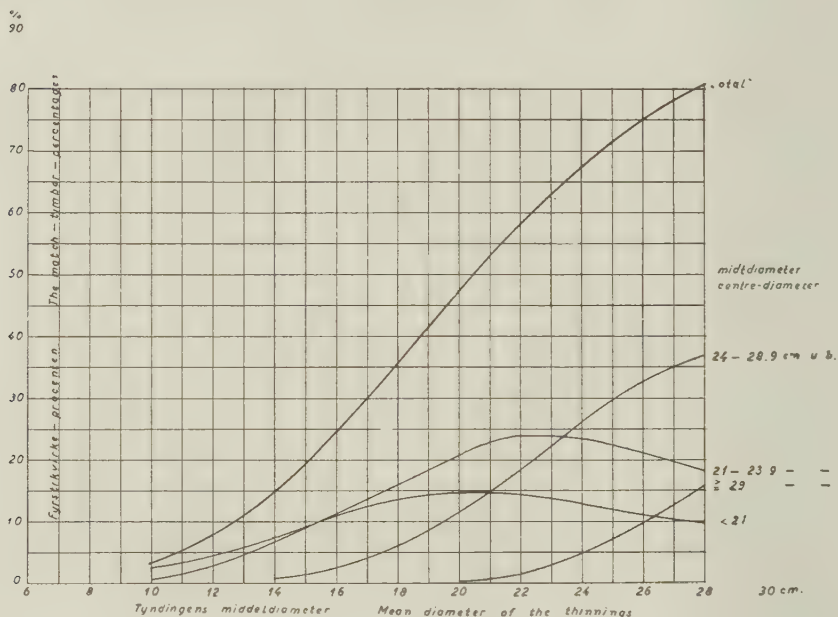


Fig. 8. Tyndningens procentiske indhold af fyrstikvirke, ialt og i pris-klasserne over middeldiameter.

Match timber in per-cent of the thinnings, total, and in price classes, by mean diameter.

FRÖLICH's fond). Dimensionsspredningen på aspefeltene synes her at være lidt mindre end spredningen i gran, men fordelings-typen synes at være omtrent den samme (tilnærmet normal). Da selv en ret betydelig variation i dimensionsfordelingens spredningstal ikke vil påvirke beregningernes resultat i væsentlig grad, må det formodes at den benyttede fremgangsmåde giver et ganske pålideligt billede af fyrstikvirkeprocenten som funktion af middeldiameteren.

3. Prisgrundlag for gran og for andet virke af asp.

Prisgrundlaget for gran er en teoretisk aptering foretaget på følgende premisser:

Pris pr. m³ for 2. og 3. klasses slip (basispris): kr. 52,00. Tillæg for 1. klasses slip (> 150 liter): 8 %. Tillæg til topmålstabellen: 490 %. (Angående en redegørelse for det anvendte prisstystem må henvises til LANGSÆTER 39. Den benyttede aptering findes nærmere omtalt i JORGENSEN 53). I overensstemmelse med tallene i tabel 3 er der ved apteringen regnet med omkostninger pr. stok på 52 øre.

Da det har interesse at finde den pris for fyrstikvirke der svarer til en række alternative granpriser er koblingsprisen for fyrstikvirke beregnet som funktion af basisprisen for gran. Herunder er gjort den forudsætning at basispris og topmålspris vokser eller aftager med samme procentiske styrke.

For det aspevirke, der ikke afsættes som fyrstikvirke, regnes med en vedpris pr. f. m³ m.b. på 65 % af den tilsvarende basispris for gran, samt en gennemsnitlig pris for slip-asp pr. m³ u.b. på 90 % af basisprisen for gran.

4. Driftsudgifter for gran og asp.

I tabel 3 er opsat driftsudgifter for barked gran på grundlag af de pr. 1/1 1951 gældende tarifsatser for Østlandet. Der er regnet med 10 % vanskelighedstillæg for hugst og kjøring til bilvej, og med 3 km drift.¹

Da der ikke foreligger en fuldstændig aptering for asp er det vanskeligere at opstille eksakte beregninger over driftsomkostningerne for denne træart. De nedenfor opstillede driftsomkostninger for asp er efter bedste skøn knyttet til samme tarifgrundlag som driftsomkostningerne for gran.

Ved. Hugstpris incl. 10 % vanskelighedstillæg og 6,5 % feriegodtgørelse: kr. 1,94 pr. 1 m reis (3 m længde).

Lunning og kjøring incl. 10 % vanskelighedstillæg og 3,9 % feriegodtgørelse: kr. 9,60 pr. m³ ved 3 km drift.

Andre omkostninger, herunder måling, blinking, trygdudgifter samt sekundære generalomkostninger, ialt kr. 6,00 pr. m³.

¹ Formelt er det en fejl at omkostninger til *utislag* er medtaget i tabel 3, da der i det foreliggende tilfælde er tale om levering ved bilvej. Fejlen er dog kun formel, da beløbet trækkes fra eet sted, og senere lægges til et andet. — Forklaringen på at denne post er medtaget er, at apteringen og omkostningsberegningen oprindeligt er udarbejdet for brug ved vanlige leveringer i vasdrag.

Tabel 3.

Omkostninger ved hugst og fremdrift til bilvej¹ af barket grantømmer.
Prisniveau 1950/51.

*Costs of cutting and extraction to road of peeled spruce timber.
The 1950/51 price level.*

	Pr. m ³ u.b. <i>Per cubic meter u.b.</i>		Pr. stok <i>Per log.</i>		
	kr. <i>kr.</i>	kr. <i>kr.</i>	øre <i>øre</i>	øre <i>øre</i>	
Hugst.....	6,27		25		<i>Cutting.</i>
Vanskelighedstillæg 10 %	0,63		2,5		<i>Addition for difficul- ties 10 %.</i>
Ferietillæg 6,5 %....	0,45	7,35	1,8	29,3	<i>Holiday salary 6,5 %.</i>
Lunning.....	2,70				<i>Skidding.</i>
På- og aflæsning ...	1,37				<i>Loading and unloading</i>
Kjøring, 3 km	4,27				<i>Hauling, 3 km.</i>
Vanskelighedstillæg 10 %	0,83				<i>Addition for difficul- ties 10 %.</i>
Ferietillæg 3,9 %....	0,36	9,53			<i>Holiday salary 3,9 %</i>
Mærkning og måling.			15		<i>Branding (ownership marking) and measuring.</i>
Blinking (lejet hjælp)	0,20		4		<i>Timber marking.</i>
(Utlæg	0,20		4		<i>Watering logs).</i>
Afgift til salgsforening	0,52				<i>Sale-association fee.</i>
Diverse trygdeudgifter	1,00	1,92		23	<i>Assurance costs.</i>
Andel i administra- sion, veje, huse m.m.		3,00			<i>Part of overhead costs.</i>
Ialt		21,80		52,3	<i>Total.</i>
Afrundet		22,00		52,0	<i>Rounded.</i>

¹ Se fodnoten side 587.

Slip. Her benyttes de samme driftsomkostninger som for barket granslip (tabel 3), men da der ikke foreligger nogen aptering indregnes stoktillægget i den faste kubikmeter-omkostning. Ved basispris på 52 kr. og under forudsætning af 8 stokke pr. m³ bliver omkostningerne pr. m³ således kr. 26,16.

Fyrstikvirke. Der regnes med driftsomkostninger som for

Tabel 4.

Omkostninger ved hugst og fremdrift til bilvej¹ af ubarket aspetømmer.²

Der forudsættes 4 stokke pr. m³. Prisniveau 1950/51.

Costs of cutting and extraction to road of unpeeled Aspen timber.

4 logs per cubic meter are assumed. The 1950/51 price level.

	Pr. m ³ m.b. <i>Per cubic meter o.b.</i>		
	kr. <i>kr.</i>	kr. <i>kr.</i>	
Hugst	3,76		<i>Cutting.</i>
Stoktillæg: 0,14 · 4	0,56		<i>Addition per log, 0,14 kr. · 4</i>
Vanskelighedstillæg 10 %	0,43		<i>Addition for difficulties 10 %</i>
Ferietillæg 6,5 %	0,31	5,06	<i>Holiday salary 6,5 %.</i>
Kjøring m.v. 3 km (Tabel 3)		9,53	<i>Extraction (Tab. 3).</i>
Diverse andre omkostninger (omregnet fra tabel 3 til kr/m ³ m.b.)		5,14	<i>Other costs (transformed from Tab. 3 to kr/m³ o.b.).</i>
Ialt		19,73	<i>Total</i>
Afrundet		20,00	<i>Rounded</i>

¹ Se fodnoten side 587.

² Sml. teksten side 613.

ubarket gran, og omkostningerne differentieres ikke efter dimension, da variationen for så store dimensioner er ubetydelig. Driftsudgifternes størrelse pr. m³ med og uden bark sees af tabel 4.

III. Beregninger.

Som nævnt er det beregningernes mål, at bestemme hvilken pris der må betales for fyrstikvirke, for at aspedyrkningen skal yde samme balancetal som grandyrkningen på tilsvarende bonitet.

Rent praktisk kan dette problem løses på den måde, at man fra granens balancetal trækker balancetallet for slip- og ved-dimensioner af asp. Den fremkomme differens angiver den del af granens balancetal som må inddækkes af fyrstikvirke. Dividerer man derfor denne del med balancemassetallet for fyr-

stikvirke, finder man en fællespris for fyrstikvirke, der tilfredsstiller de stillede krav. Denne fællespris kan så igen opdeles til de forskellige prisklasser når man kender disses balancemasse samt den ønskede prisspænding mellem klasserne.

1. Balancetal for gran.

Under de foran angivne prisforudsætninger kan balancetallet for gran bon. B tyndingsgrad II ved 70-årig omløbstid og 3 % p.a. bestemmes ud fra ligningen: Balancetal pr. ha. = $85,37 \cdot \text{basispris i kr. pr. m}^3 \div 84,57 \cdot \text{driftsomkostninger i kr. pr. m}^3$. For en basispris på 52,00 kr. og driftsomkostninger pr. m³ på 22,00 kr. (se tabel 3) får man f.eks. et balancetal på

$$85,37 \cdot 52,00 \div 84,57 \cdot 22,00 = 2580 \text{ kr. pr. ha.}$$

Stokomkostningerne er fratrullet bruttoprisen og skal derfor ikke medregnes i driftsomkostningerne (M.h.t. en nærmere redegørelse for den anvendte formel, må henvises til JØRGENSEN 1953).

For bon A og C bliver de tilsvarende formler ved henholdsvis 65 og 80 årig omløbstid:

$$\begin{aligned} \text{Bon. A: } B_g &= 130,22 \cdot P - 124,98 \cdot d_g \quad \text{og} \\ \text{» C: } B_g &= 51,34 \cdot P - 52,48 \cdot d_g. \end{aligned}$$

Her står B_g for balancetal, P for basisprisen og d_g for driftsomkostningerne pr. m³ for gran (sml. tabel 11).

For bon. A og C er det nødvendigt at tage hensyn til at grunden efter første periode bliver frigivet til forskellige tidspunkter, idet omløbstiden for disse boniteter er en anden end den der er regnet med for asp. Dette er gjort ved at multiplicere de fundne balancetal med faktoren $\left(1 + \frac{1}{1,03^n - 1}\right)$, hvor n er omløbstiden.

Herudover burde der tages hensyn til at kulturudgiften i næste periode kommer på forskellige tidspunkter, men dette forhold er ikke taget med i betragtningen, da det kun influerer på de beregnede priser med nogle få ører.

2. Balancetal for asp.

I fig. 9 er den gennemsnitlige årlige tyndning for asp i m³ stammevolum u.b. pr. ha, lagt op som funktion af alderen. I fig. 10 er tyndningsudbytterne grafisk diskonteret til 0 år, og i fig. 11 grafisk integreret i 5-årige aldersklasser (sml. GRØN og JØRGENSEN 1948). De således beregnede aldersklassevisse balancemassetal for stammevolumen u.b. er gengivet i tabel 5 kolonne 3. Hovedhugstens balancemasse er beregnet numerisk og anført nederst i kolonnen.

I kolonne 2 er anført aldersklassens middeldiameter u.b. og i kolonne 4 og 5 er balancemasserne fordelt til fyrstikvirke og andet virke på grundlag af procenttallene i fig. 7. I kolonnerne 6, 7, 8 og 9 er balancemassen for fyrstiktilvirke opdelt til pris-klasserne, ligeledes på grundlag af kurverne for den procentiske fordeling i fig. 7.

Balancemassen for andet virke skal nu fordeles til slip og ved, men først må stammemassen reduceres for indhold af top-afald og ikke drivbare dimensioner.

Dette er gjort på grundlag af afsmalningstabeller og dimensionsfordeling for gran, sådan at træer med en brysthøjdediameter < 9 cm u.b., samt alt topvirke < 7 cm u.b. er frasorteret. Den tilbageblevne procent nytbart virke > 7 cm som funktion af middeldiameteren er grafisk gengivet i fig. 12 (ang. beregning

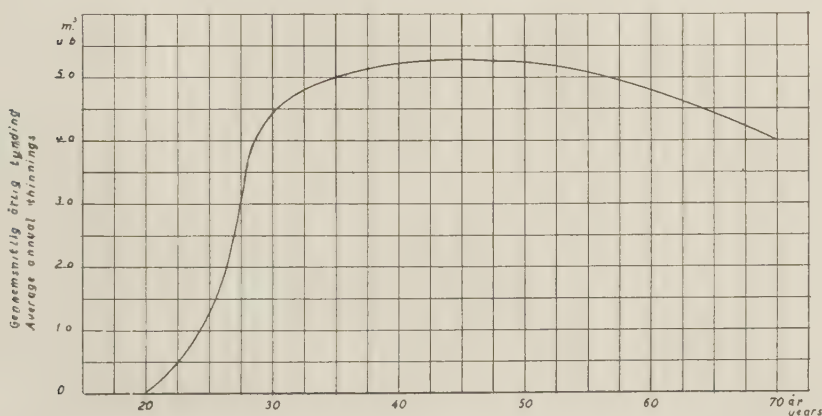


Fig. 9. Gennemsnitlig årlig tyndning af stammevolumen u.b. pr. ha.
Average annual thinning of stem volume u.b. per hectare.

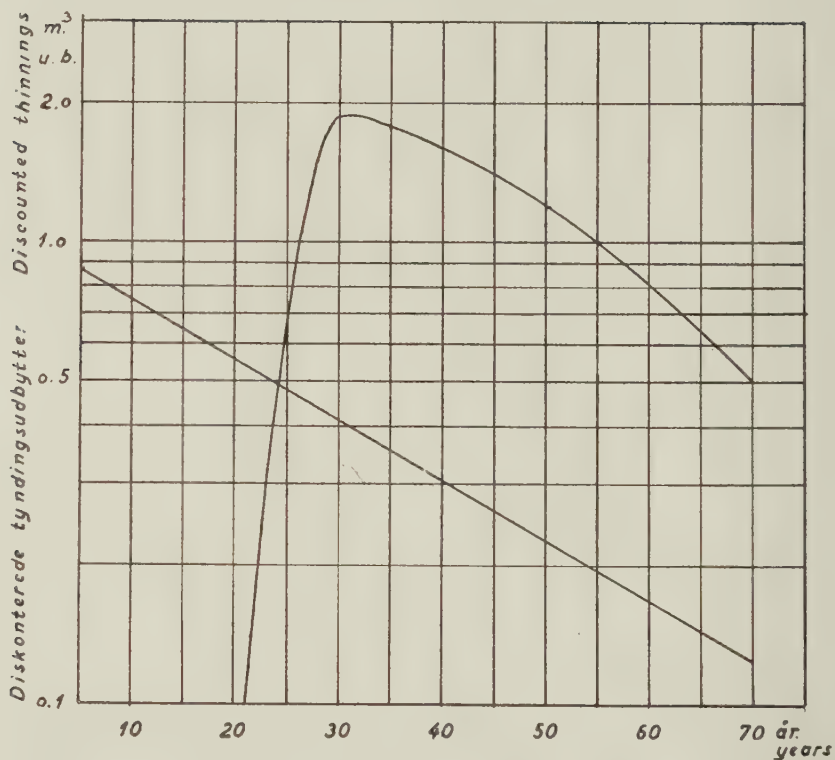


Fig. 10. Grafisk diskontering af tyndningsudbytte fra fig. 9.
Graphical discountings of the thinnings from Fig. 9.

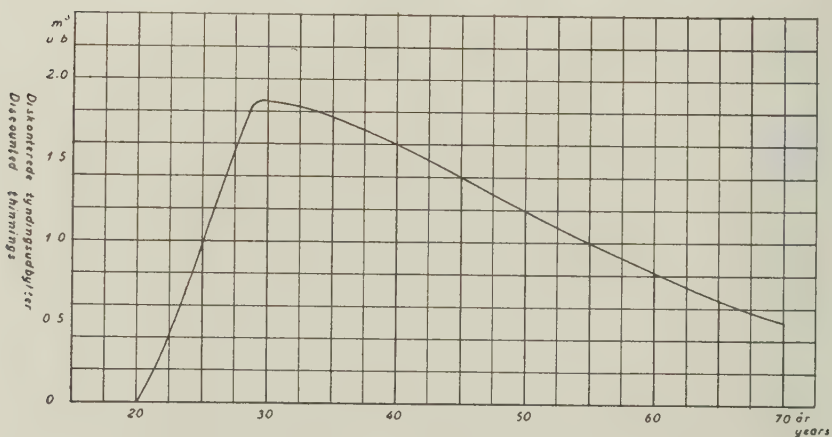


Fig. 11. Grafisk integration af de diskonterende tyndningsudbytte.
Graphical integration of the discounted thinnings.

Tabel 5.

Aldersklassevis beregning af balancemassens fordeling til de forskellige sortimenter. Asp.

The distribution of the material-balance-numbers on assortments by age. Aspen.

Kolonne	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Column
Tyndning	Alders- klasse år Ageclass year	Middel- dia- meter u.b. cm Mean diameter u.b. cm	Stammemassens balancemasse i m³ u.b. Material-balance-number of stem volume in m³ u.b.						Nytbar del af den sam- lede ku- bikmas- se o/so Utiliza- tion per- cent of stem volume	Nytbar balancemasse Material-balance-number of the usable part of				Thinnings	
			Fyrstikvirke Match timber			Med midt-diameter cm u.b. With mid diameter, cm u.b.				Slip + ved ialt m³ u.b. Pulp- wood m³ u.b. + fire- wood	Slip m³ u.b. Pulp- wood m³ u.b.	Ved Firewood m³ u.b. m³ o.b.			
			Ialt Total	Slip + ved Pulp and f. wood	Ialt Total	21— 23,9	24— 28,9	≥ 29							
	20-25	8,8	2,0	2,0	0,4	0,3	0,1			69,0	1,4	1,4	1,6		
	25-30	10,9	7,5	7,1	0,4	0,5	0,4			83,5	5,9	5,9	6,8		
	30-35	12,8	9,1	8,2	0,9	0,5	0,4			90,0	7,3	7,3	8,4		
	35-40	14,9	8,4	6,8	1,6	0,8	0,7	0,1		94,3	6,3	1,5	4,8	5,5	
	40-45	17,0	7,5	5,2	2,3	0,9	1,0	0,4		96,5	4,9	4,9			
	45-50	19,0	6,5	3,8	2,7	0,9	1,2	0,6		97,7	3,7	3,7			
	50-55	21,0	5,5	2,6	2,9	0,8	1,3	0,8	0,0	98,4	2,5	2,5			
	55-60	23,1	4,5	1,6	2,9	0,6	1,1	1,0	0,2	99,0	1,6	1,6			
	60-65	25,1	3,7	1,0	2,7	0,5	0,8	1,1	0,3	99,2	1,0	1,0			
	65-70	27,2	2,9	0,6	2,3	0,3	0,6	1,0	0,4	99,3	0,6	0,6			
Σ Tyndning			57,6	38,9	18,7	5,6	7,2	5,0	0,9		35,2	15,8		Σ Thinnings	
Hovedhugst		31,5	27,8	3,8	24,0	2,1	2,9	10,0	9,0	99,5	3,7	3,7		Main crop	
Ialt			85,4	42,7	42,7	7,7	10,1	15,0	9,9		38,9	19,5	19,4	23,3	Total

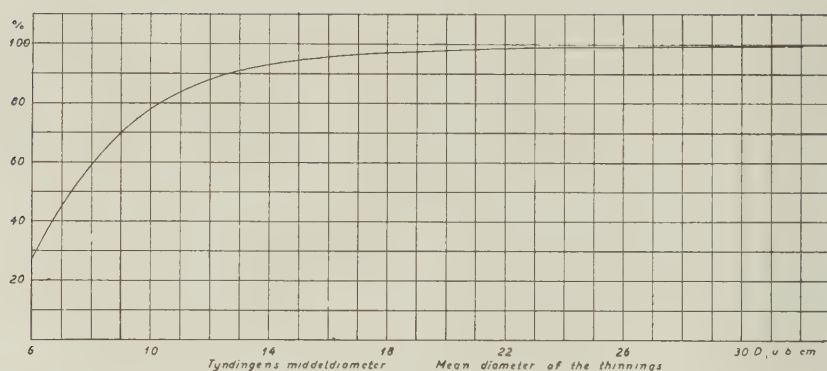


Fig. 12. Procent nytbart virke af asp som funktion af tyndningens middeldiameter u.b.

Relation between utilization per-cent of Aspen stem volume and mean diameter u.b. of the thinnings.

af denne kurve henvises til JØRGENSEN 1953). I tabel 5 er nytteprocenten opført i kolonne 10. I kolonne 11 er derefter balancemassen for andet virke reduceret til nytbart virke. Det må her erindres at den beregnede nytteprocent gælder den samlede balancemasse samt at hele reduktionen rammer balancemassen for andet virke.

Tallene i kolonne 11 er nu rent skematisk fordelt til ved og slip på den måde at den yngste halvdel af balancemassen går til ved, og den ældste til slip. Resultatet ses i kolonne 12 og 13. Endelig er i kolonne 14 balancemassen for ved omregnet til m^3 med bark (tillagt 15 %) fordi vedprisen gælder pr. m^3 m.b.

De således beregnede balancemasser danner grundlaget for beregning af de tilsvarende balancetal. Balancetalberegningen for ved er gennemført i tabel 6 A og B. I tabel A er anført de aldersklasser i hvilke vedhugsten foregår. Kolonne 1 i denne tabel viser aldersklassens middeldiameter med bark, og kolonne 2 balancemassen for ved med bark. I kolonne 3 er opført de til diametertrinet svarende driftsomkostninger pr. $f.m^3$ beregnet på grundlag af det foran side 587 opsatte omkostningsalternativ for ved. Kolonne 5 viser balancetal for omkostninger aldersklassevis, og ialt.

Da bruttoprisen pr. $f.m.^3$ er uafhængig af diameteren og dermed af aldersklassen, kan bruttobalancetallet beregnes som

Tabel 6.

Beregning af balancetal for aspeved.

*Calculation of the balance-number of firewood. Aspen.*A. Omkostninger. *Costs.*

Kolonne <i>Column</i>	1	2	3	4
Aldersklasse år <i>Ageclass, years</i>	Middel diameter cm m.b. <i>Mean diameter cm. o.b.</i>	Balance- masse m ³ m.b. <i>Material- balance number m³ o.b.</i>	Driftsom- kostninger kr. pr. m ³ <i>Running expences kr./m³</i>	Balance- tal for om- kostninger kr./ha <i>Balance number for costs kr./ha</i>
20—25	9,9	1,6	26,00	41,60
25—30	12,0	6,8	24,00	163,20
30—35	14,2	8,4	22,60	189,84
35—40	16,4	5,5	21,50	118,25
Ialt		22,3		512,89
<i>Total.</i>				

B. Indkomst og netto. *Income and net.*

For aspeved	Basispris kr. <i>Standard price, kr.</i>		<i>For firewood of Aspen</i>
	50,00	80,00	
Bruttopris, P. 0,65 kr/m ³	32,50	52,00	<i>Gross price, kr/m³</i>
Brutto-balancetal kr/ha.	724,75	1159,60	<i>Gross-balance-number, kr/ha.</i>
Netto-balancetal, kr/ha.	211,86	646,71	<i>Net-balance-number, kr/ha</i>

bruttoprisen gange det samlede balancemassetal. Denne beregning ses i tabel 6 B for to vilkårligt valgte basispriser for gran (50 og 80 kr.). Tabellen viser endvidere nettobalancetal for ved for de to valgte basispriser.

Tabel 7 viser balancetalberegningen for slip for de samme to basispriser for gran. Der regnes, jfr. foran side 587 og side 588, med en bruttopris på 90 % af basisprisen, og med driftsomkostninger som for barkedet granslip. Da stokomkostningen er

Tabel 7.

Beregning af balancetal for aspe-slip under forudsætning af 8 stokke pr. m³ og en balancemasse u.b. på 19,5 m³.

Calculation of the balance-number for pulpwood of Aspen, presupposing 8 logs per m³ and a material-balance-number equal to 19,5 m³ u.b.

Basispris for gran kr/m ³ <i>Standard price for Norway spruce kr/m³</i>	Bruttopris for aspe-slip kr/m ³ <i>Grossprice for pulpwood of Aspen kr/m³</i>	Driftsomkostninger kr/m ³ <i>Running expenses kr/m³</i>	Nettopris kr/m ³ <i>Net price kr/m³</i>	Balancetal kr/ha. <i>Balance number kr/ha</i>
50,00	45,00	26,00	19,00	370,50
80,00	72,00	28,40	43,60	850,20

indregnet i tallet for omkostninger pr. m³, er nettoprisen uafhængig af dimensionen. Balancetallet kan derfor beregnes som den samlede balancemasse for slip gange den tilsvarende nettopris. Beregningens detaljer og resultat fremgår af tabellen.

Da prisen for fyrstikvirke er det ukendte led i beregningen, beregnes balancetallet for dette sortiment som en differens mellem balancetallet for den granbonitet hvormed der skal sammenlignes og balancetallet for andet virke af asp. Beregningen foretages igen for de samme to basispriser for gran. Beregningerne for bon. B. ses i tabel 8. Balancetallet for gran

Tabel 8.

Beregning af balancetal for fyrstikvirke ved sammenligning med gran bon. B. tg. II.

Calculation of the balance-number for match timber as compared with Quality B. of Norway spruce.

Basispris for gran kr/m ³ <i>Standard price for Norway spruce kr/m³</i>	Balancetal for gran kr/ha <i>Balance-number Norway spruce kr/ha</i>	Balancetal for asp kr/ha <i>Balance-number for Aspen kr/ha</i>	
		Slip + ved <i>Pulpwood + firewood</i>	Fyrstikvirke <i>Match timber</i>
50,00	2408	582	1826
80,00	4969	1497	3472

Tabel 9.

Beregning af balancetal for fyrstikvirke ved sammenligning med gran bon. A og C.
Calculation of the balance-number for match timber as compared with Quality A and C of Norway spruce.

Bonitet Quality class of site	Basispris kr./m ³ Standard- price kr./m ³	Balancetal, gran. kr./ha Balance- number spruce kr./ha	Rente- faktor Factor of interest.	Balancetal gran, kor- rigeret kr./ha Balance- number corrected, kr./ha	Balancetal for slip + ved af asp kr./ha Balance- number for pulpwood + firewood of Aspen kr./ha	Rente- faktor Factor of interest.	Balancetal for slip + ved korri- geret, kr./ha Balance- number for pulpwood + firewood corrected, kr./ha	Balancetal for fyrstik- virke kr./ha Balance- number for match timber kr./ha
A	50,00	3761	1,1715	4407	582	1,1446	667	3740
	80,00	7668	1,1715	8983	1497	1,1446	1713	7270
C	50,00	1412	1,1037	1559	582	1,1446	667	892
	80,00	2953	1,1037	3259	1497	1,1446	1713	1546

er fundet af den foran (side 590) angivne formel. Der er for begge basispriser regnet med driftsomkostninger pr. m³ på kr. 22,00 (sml. tabel 3). Balancetal for ved og slip er taget fra tabel 6 og 7, og summen er indført i tabel 8. Balancetal for fyrstikvirke er så beregnet som balancetal for gran ÷ balancetal for ved + slip. Tilsvarende beregninger for bon. A og C findes i tabel 9. Balancetallene er dog her multipliceret med faktoren

$$\left(1 + \frac{1}{1,03^n - 1}\right), \text{ jfr. foran side 590.}$$

3. Beregning af fællespris for fyrstikvirke.

Man kan nu for de to valgte basispriser for gran, beregne hvilken nettopris der må betales for alt fyrstikvirke for at aspedyrkningen skal have samme lønsomhed som grandyrkningen. Det gøres på den måde at det netop beregnede balancetal for fyrstikvirke divideres med den i tabel 5 beregnede balance-

Tabel 10.

Beregning af fællespris for fyrstikvirke, ved bilvej, og pr. m³ m.b.

Calculation of the common price of match timber, at auto road and pr. m³ o.b.

Bonitet Quality class of site	Basispris kr./m ³ <i>Standard price kr./m³</i>	Balancetal for fyrstik- virke, kr./ha <i>Balance- number for match timber kr./ha</i>	Balance- massetal for fyrstik- virke m ³ m.b./ha <i>Material- balance- number for match timber m³ o.b./ha</i>	Fællespris for fyrstik- virke på rod kr./m ³ <i>Common price for standing match timber kr./m³</i>	Fællespris for fyrstik- virke ved bilvej kr./m ³ m.b. <i>Common price for match timber at auto road kr./m³ o.b.</i>
A	50,00	3740	56,2	66,55	86,55
	80,00	7270	56,2	129,35	149,35
B	50,00	1826	49,1	37,18	57,18
	80,00	3472	49,1	70,72	90,72
C	50,00	892	56,2	15,88	35,88
	80,00	1546	56,2	27,50	47,50

masse for fyrstikvirke. Denne balancemasse er dog tillagt 15 % for bark, hvorved de beregnede priser kommer til at gælde pr. m³ m.b. Ydermere er den, i beregningerne for bon. A og C, multipliceret med faktoren $\left(1 + \frac{1}{1,0370 - 1}\right)$; jfr. foran. Tabel 10 viser beregningen for alle tre granboniteter. I kolonne 6 er der, til de beregnede fællespriser lagt 20 kr. til dækning af drifts-omkostninger til bilvej (jfr. tabel 4).

De beregnede fællespriser er ifølge forudsætningerne retlinede funktioner af basisprisen for gran. Ud fra de beregnede priser for to vilkårligt valgte basispriser kan derfor, ved grafisk interpolation og ekstrapolation, beregnes hvilken fællespris der svarer til en hvilken som helst basispris for gran. Dog må det bemærkes, at man ved ekstrapolation nedad ikke må gå længere end til en basispris på ca. 40 kr. Ved denne pris bliver de mindre ved-dimensioner af asp ikke længere drivbare. Man må derfor enten regne med lavere driftsudgifter, eller ændre balancemasseberegningen for aspeved.

I fig. 13 er de beregnede fællespriser for fyrstikvirke ved bilvej og pr. m³ med bark oplagt som funktion af basisprisen.

En nøjere forståelse af samspillet mellem basispris, fællespris og driftsudgifter får man ved at gennemgå fællesprisens beregning i algebra. Dette er gjort i det følgende, idet de i tabel 11 anførte symboler er benyttet.

Ved sammenligning med gran bon. B ser beregningens 5 grundligninger således ud:

$$P_f = \frac{B_f}{b_f} + d_f \quad (1)$$

$$B_f = B_g - B_v - B_s \quad (2)$$

$$B_g = 85,37 \cdot P - 84,57 \cdot d_g \quad (3)$$

$$B_v = b_v \cdot 0,65 \cdot P - \sum b_v \cdot d_v \quad (4)$$

$$B_s = b_s \cdot 0,90 \cdot P - b_s \cdot d_s \quad (5)$$

Hermed er blot formelmæssigt udtrykt de foran gennemførte beregninger. Godtager man det i beregningerne forudsatte for-

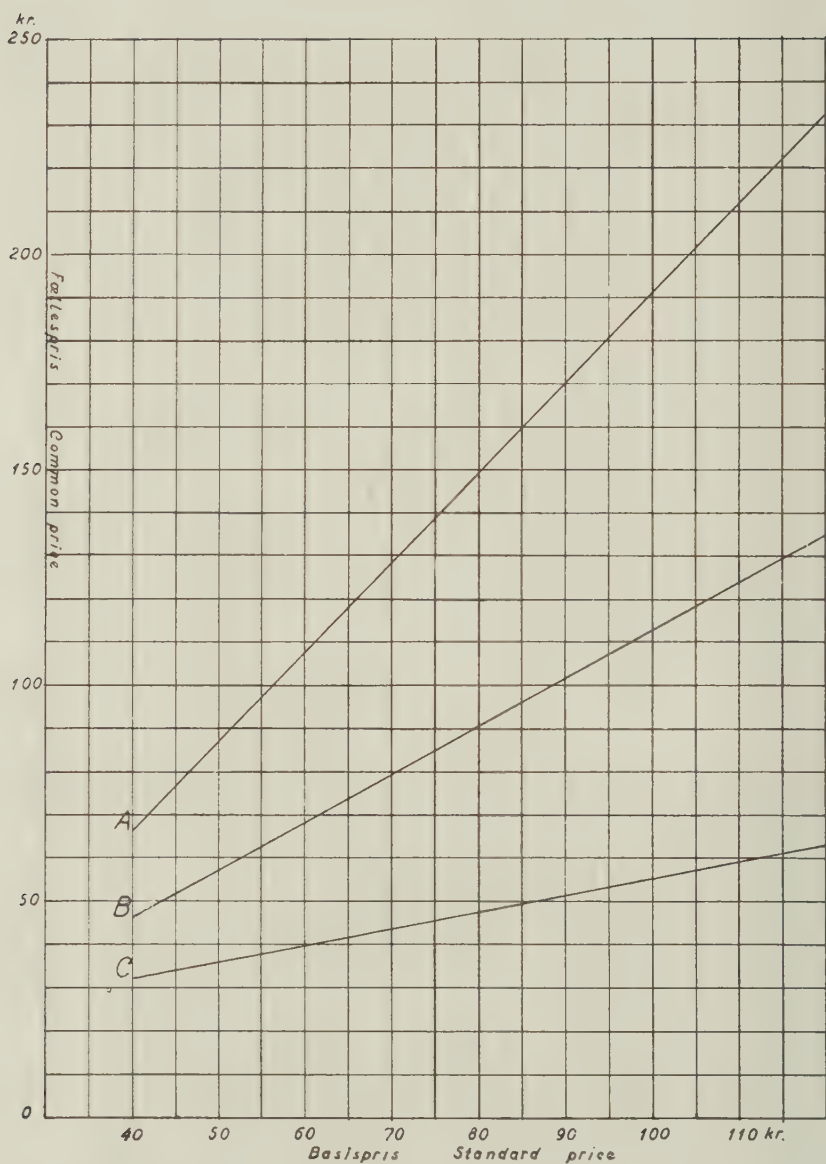


Fig. 13. Fællespris for fyrstikvirke i kr. pr. m^3 m.b. ved bilvej, som funktion af basisprisen for gran i kr./ m^3 u.b. ved bilvej. Sammenligning med gran bon. A, B og C.

The relation of the common price for match timber in kr. per m^3 . u.b. at auto road, to the standard-price of Norway spruce. Comparison with Quality A, B, and C of Norway spruce.

Tabel 11.

Oversigt over de anvendte symboler.

Symbols applied.

	Gran <i>Norw. spruce</i>	Asp <i>Aspen</i>			
		Ved <i>Five- wood</i>	Slip <i>Pulp- wood</i>	Fyr- stik- virke <i>Match timb.</i>	
Balancetal kr/ha	B_g	B_v	B_s	B_f	Balance-number kr./ha
Balancemassetal m ³ /ha	b_g	b_v	b_s	b_f	Material-balance- number m ³ /ha
Basispris kr/m ³ u.b. ved bilvej	P	—	—	—	Standard price, kr/m ³ u.b. at auto road
Fællespris kr/m ³ m.b. ved bilvej	—	—	—	P_f	Common price, kr/m ³ o.b. at auto road
Driftsomk. til bilvej kr/m ³	d_g	d_v	d_s	d_f	Running expenses to auto road, kr./m ³

hold mellem driftsudgifterne for asp og gran, kan formlene (1), (4) og (5) omskrives til

$$P_f = \frac{B_f}{b_f} + \frac{20}{22} d_g \quad (6)$$

$$B_v = b_v \cdot 0,65 \cdot P \div 512,89 \cdot d_g \quad (7)$$

$$B_s = b_s \cdot 0,90 \cdot P \div b_s \left(d_g + 8 \cdot \frac{P}{100} \right) \quad (8)$$

Korretionsfaktoren $8 \cdot \frac{P}{100}$ i (8) forklares som stokantallet pr. m³

slip = 8, gange omkostninger pr. stok, der iflg. tabel 3 er $\frac{1}{100}$ af basisprisen. Indfører man de i tabel 8 og 9 beregnede balance-massetal for ved og slip i ligning (7) og (8), og indsætter de fundne værdier af B_v og B_s i (2), kan P_f beregnes af (6) som funktion af P og d_g

$$P_f = 1,118 P + 0,058 \cdot d_g \quad (9)$$

På tilsvarende måde kan P_f beregnes for bon. A og C:

$$\text{Bon. A: } P_f = 2,093 \cdot P - 0,824 \cdot d_g \quad (10)$$

$$\text{Bon. C: } P_f = 0,387 \cdot P + 0,750 \cdot d_g \quad (11)$$

I fig. 14 er koefficienterne til P og d_g indlagt i et koordinat-system over sammenligningsbonitetens produktionsevne som abscisse. Det fremgår af figuren at disse koefficienter for P for d_g tilnærmet ligger på to rette linier. Når man sammenholder dette med hele beregningens karakter, kan der være god grund til at antage at de to koefficienter i det betragtede interval danner

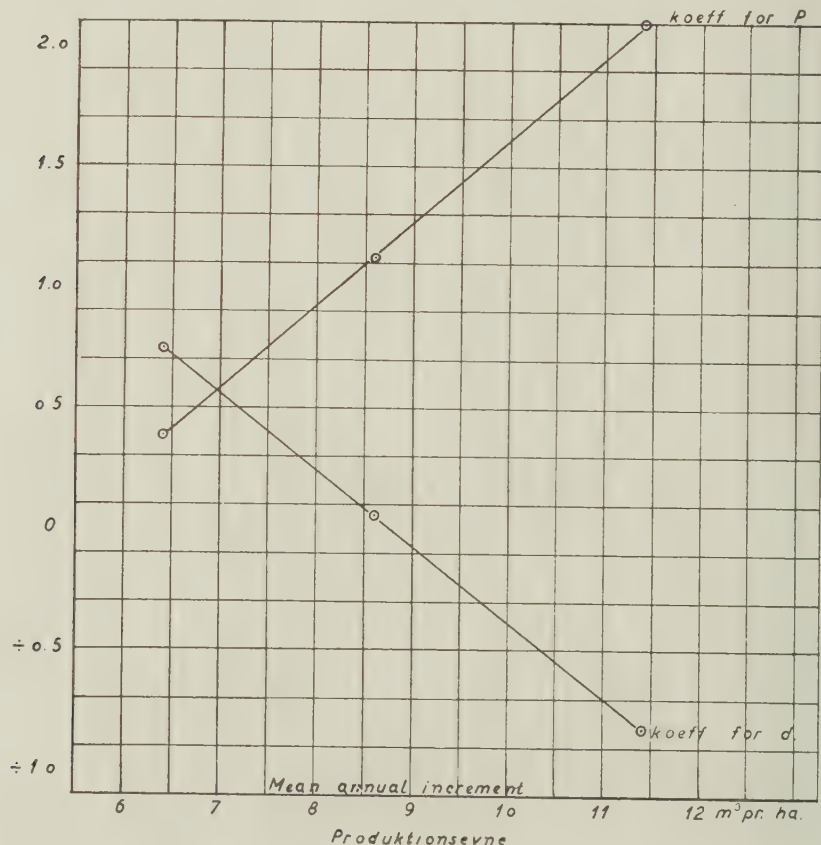


Fig. 14. Koefficienterne for P og d_g i ligning (12) over produktionsevnen for gran.

The relation of the coefficients for P and d_g in equation (12) to the mean annual increment of Norway spruce.

retliniede funktioner over sammenligningsbonitetens produktionsevne. Nogen væsentlig afvigelse fra denne antagelse kan i virkeligheden vanskeligt tænkes i den foreliggende sammenhæng.

Godtager man denne hypotese kan ligningerne (9), (10) og (11) sammenarbejdes til een ligning, hvilket kan have en vis praktisk interesse for den der vil danne sig et personligt skøn over fællesprisens sandsynlige beliggenhed og usikkerhed.

Det tænkte forløb af de to retliniede koeficientfunktioner er angivet i fig. 14. På grundlag af disse to linier kan den søgte funktion for fællesprisen opsættes direkte. Betegner man sammenligningsbonitetens produktionsevne i m^3 pr. ha. med e får man:

$$P_f = (0,34 \cdot e - 1,80) \cdot P \div (0,315 \cdot e - 2,77) \cdot d_g \quad (12)$$

Under forudsætning af en d_g -værdi på 22 kr. er P_f i fig. 15 grafisk oplagt over sammenligningsbonitetens produktionsevne for en række alternative basispriser for gran.

Såvel ved anvendelsen af ligning (12), som ved anvendelsen af (9), (10) og (11), må det erindres, at dersom der sker væsentlige ændringer i forholdet mellem de værdier for P og d_g , der danner det oprindelige grundlag for beregningerne:

$$\frac{P}{d_g} = \frac{52,-}{22,-}$$

vil der ske en forskydning af mindste drivbare dimension. Så længe $\frac{P}{d_g}$ -brøken vokser, aftager den mindste drivbare dimension, og dette influerer kun uvæsentligt på den beregnede fællespris, idet balancetalsændringen forårsaget af den ændrede grænsedimension procentvis bliver meget lille.

For aftagende værdi af $\frac{P}{d_g}$ -brøken stiller forholdene sig noget anderledes. For en d_g værdi på 22 kr. opstår der som foran nævnt en teoretisk fejl for P -værdier mindre end 40 kr. Fejlen på $\frac{P}{d_g}$ bliver dog først af nævneværdig betydning for P -værdier under ca. 33 kr. Almindeligt kan det siges at formlerne er gyldige for $\frac{P}{d_g}$ -værdier større end 1,5. For mindre $\frac{P}{d_g}$ -værdier

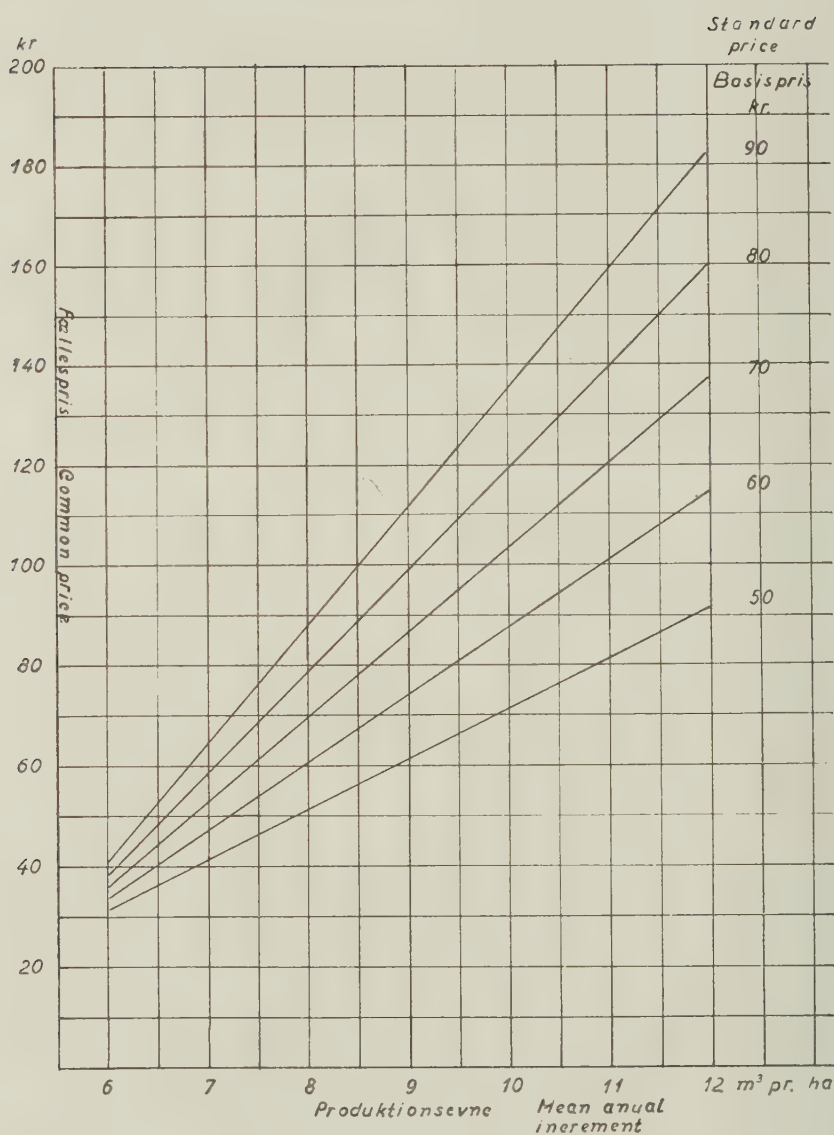


Fig. 15. Fællesprisen for fyrstikvirke i kr. pr. m³ m.b. ved bilvej som funktion af produktionsevnen for gran for en række alternative basispriser.
Relation between the common price of match timber at auto road in kr./m³ o.b. and the mean annual increment of Norway spruce.

må funktionene revideres i overensstemmelse med at drift af aspeved ikke længere er lønsom under de antagne prisforudsætninger. (Sammenlign iøvrigt JØRGENSEN 53).

4. Fællesprisens opdeling i klassepriser.

Som påvist af GRØN (se f.eks. GRØN 1943 side 66 f.) kan fællesprisen for en gruppe sortimenter opdeles i klassepriser når klassernes balancemasse og indbyrdes prisspændning er kendt.

En hensigtsmæssig bestemmelse af denne prisspændning er nøje knyttet til fyrstikindustriens interne driftsanalyse og fremtidige forsyningspolitik. Det vil føre for vidt her at komme nærmere ind på problemets detaljer. Den efterfølgende klassepris-beregning er derfor gennemført med den sædvanlige procentiske prisspændning mellem klasserne.

Beregningens detaljer fremgår iøvrigt af tabel 12. Balance-massens fordeling til de fire prisklasser for fyrstikvirke, der

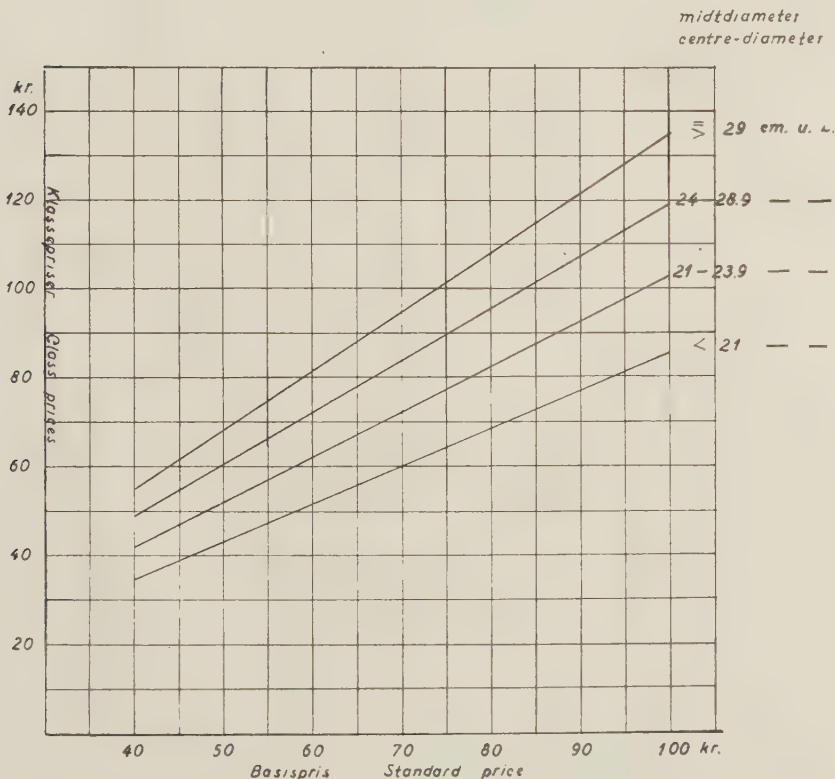


Fig. 16. Klassepriser for fyrstikvirke i kr./m³ m.b. ved bilvej ved sammenligning med gran bon. B, som funktion af basisprisen for gran. *The relation of class prices for match timber at auto road in kr./m³ o.b. based on Quality B of Norway spruce, to the standard price of Norway spruce.*

Tabel 12.

Beregning af fællesprisens opdeling i klassepriser. $k = \frac{B_f + 56,2 \cdot 20}{73,99}$
Division of the common price for match timber on class prices

Kolonne Column.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Prisklasse midtdiam. cm Price class mid diam. cm	Balance masse, m ³ m.b. Material- balance- number m ³ o.b.	Relativ pris, kr./m ³ Compara- tive price kr./m ³	Produkt /1'·2/, kr. Product /1'·2/, kr.	Klassepriser for fyrstikvirke v. bilvej og pr. m ³ m.b. Class prices for match timber at auto road and per m ³ o.b.					
				Bonitet A Quality A	Bonitet B Quality B	Bonitet C Quality C			
				Basis kr./m ³ Standard price kr./m ³					
				50,00	80,00	50,00	80,00	50,00	80,00
< 21	10,1	1,00 k	10,10 k	65,74	113,44	43,43	68,90	27,25	36,08
21—23,9	13,3	1,20 k	15,96 k	78,89	136,13	52,12	82,68	32,70	43,30
24—28,9	19,8	1,39 k	27,52 k	91,38	157,68	60,37	95,77	37,88	50,15
≥ 29	13,0	1,57 k	20,41 k	103,21	178,10	68,19	108,17	42,78	56,65
Sum	56,2		73,99 k						

tidligere er beregnet (tabel 5) er gengivet i kolonne 1 med et tillæg på 15 % for bark og multipliseret med kapitaliseringsfaktoren: $\left(1 + \frac{1}{1,0370-1}\right)$.

I kolonne to er anført den relative pris for de forskellige prisklasser. k betegner her den søgte pris for den laveste prisklasse. Produktet af prisklassens balancemassetal og relative pris er gengivet i kolonne 3. k -værdien kan nu beregnes ved at dividere balancetallet for fyrstikvirke med summen af produkterne i kolonne 3, og ud fra k -værdien kan de øvrige klassepriser beregnes ved hjælp af de relative priser i kolonne 2. Her må det imidlertid erindres, at de beregnede relative priser bygger på de gældende priser ved bilvej. Balancetallet for fyrstikvirke må derfor omregnes til at gælde ved bilvej, hvilket gøres ved at addere $d_j \cdot b_j$ til B_j . Ved sammenligning med bon. B må balancetallet endvidere multipliceres med kapitaliseringsfaktoren.

I kolonne 4—9 ses de beregnede klassepriser ved bilvej og pr. m³ m.b. for basispriser 50 og 80 kr. I fig. 16 er klassepriserne ved sammenligning med bon. B oplagt over basisprisen for gran som abscisse.

Ud fra beregningerne i tabel 12 i forbindelse med ligningerne (1)—(12) er det selvsagt muligt at opstille udtryk i algebra også for klasseprisernes beregning, men det er ikke fundet hensigtsmæssigt at gå så vidt. Ved den praktiske anvendelse af systemet vil det være naturligt først at finde frem til den fællespris der efter bedste skøn er den rigtige i det foreliggende tilfælde, og derefter at beregne klassepriserne på det valgte grundlag.

IV. Diskussion af resultaterne.

Før den foreliggende beretning kan afsluttes er det nødvendigt at gennemgå de vigtigste af de forudsætninger hvorpå beregningerne bygger, for at se hvilken indflydelse det vil have på resultatet, om nogle af disse forudsætninger ændres.

De forhold som det i denne forbindelse er fundet rimeligt at omtale nærmere er:

1. Valg af sammenligningsbonitet.
2. Diameterudviklingen for asp.

3. Omløbstiden for asp.
4. Valg af rentefod.
5. Fyrstikvirkeprocenten.
6. Produktion i et eventuelt underbestand.
7. Fordelingen af aspevirke til slip og ved.
8. Priser og driftsudgifter.
9. Kulturudgifter.

1. Valg af sammenligningsbonitet.

Som allerede nævnt er spørgsmålet om valg af sammenligningsbonitet af afgørende betydning for de beregnede priser. For at imødegå denne usikkerhed er beregningerne opsat for flere forskellige sammenligningsboniteter, sådan at læseren kan bedømme betydningen af en eventuel fejl i valg af sammenligningsbonitet. Beregningerne viser at sammenligningsboniteten har en afgørende indflydelse på koblingsprisen. Et talmæssigt udtryk for denne usikkerhed får man lettest igennem ligning (12), der kan omskrives til

$$P_f = (0,34 \cdot P - 0,315 \cdot d_g) \cdot e - 1,80 \cdot P + 2,77 \cdot d_g \quad (13)$$

Det fremgår heraf, at en ændring i sammenligningsbonitetens produktionsevne med 1 m³ pr. ha. vil medføre en ændring i P_f på $0,34 P - 0,315 d_g$ kr. pr. m³. For en basispris på f.eks. 70 kr. og med driftsomkostninger på 25 kr. vil det sige en ændring på ialt 15,93 kr. Går man ud fra bon. B betyder det en ændring i fællesprisen på ca. 20 %. Da en fejlvurdering af sammenligningsbonitetens produktionsevne på 1 m³ pr. ha ikke er utænkelig må man regne med en usikkerhed af denne størrelsesorden på koblingsprisen.

Set i relation til beregningernes tosidige formål, at danne grundlag for industriens prispolitik og skovejernes træartsvalg, er usikkerheden imidlertid ikke af så afgørende betydning, som man umiddelbart kunne være tilbøjelig til at antage. Hvis industrien nemlig fastsætter priserne sådan, at de er i overensstemmelse med tidens bedste faglige viden, er der grund også til at tro at skovejerne vil betragte det som en fornuftig disposition at plante asp på egnede steder, eller, hvor det er hensigtsmæssigt, benytte asp som indblanding i gran.

2. Diameterudviklingen for asp.

Som foran (side 579) nævnt er der regnet med en lidt raskere diameterudvikling for asp end hvad grundmaterialet angiver. Jeg har valgt at gøre dette, ikke gennem en stærkere stigning i de stående træers middeldiameter, men ved at stipulere en relativt høj værdi for forholdet $\frac{d}{D}$.

Det lader sig ikke effektivt kontrollere om de her valgte forudsætninger repræsenterer en overvurdering eller en undervurdering af diameterudviklingen. Men det kan fastslås at diameterudviklingen praktisk taget kun indvirker på den beregnede fællespris gennem sin indflydelse på fyrstikvirkeprocenten, og det fremgår af fig. 7 i forbindelse med tabel 5 at der kræves en relativt stor ændring i diameterudviklingen for at fremkalde nævneverdige ændringer i fyrstikvirkets balance-masse. Hvilken rolle det spiller for koplingsprisen at fyrstikvirkeprocenten ændres, er nærmere udredet nedenfor under punkt 5.

3. Omløbstiden for asp.

For gran er for alle tre boniteter valgt en omløbstid ganske nær den økonomisk optimale. Hvis den valgte omløbstid for asp derfor afviger væsentlig fra den optimale, vil de beregnede koplingspriser blive for høje. For at belyse størrelsesordenen af en eventuel fejl er koplingsprisen ved sammenligning med bon B beregnet for omløbstiden 60, 65 og 70 år. Der er regnet med en basispris på kr. 70 og driftsomkostninger pr. m³ på kr. 22,00. Omløbstiden for gran er holdt konstant på 70 år.

Tabel 13.

Fællesprisens afhængighed af omløbstiden for asp.

Relation between common price of match timber and length of rotation for Aspen.

$P = 70$ kr, $d_g = 22$ kr.

Omløbstid for asp, år	60	65	70	<i>Length of rotation for Aspen, years</i>
Fællespris for fyrstikvirke	78,20	76,90	79,50	<i>Common price of match-timber kr/m³</i>

Beregningernes resultat fremgår af tabel 13. Ved en omløbstid for asp på 65 år finder man den laveste fællespris for fyrstikvirke, men forskellen på de tre tilfælde er ikke stor.

Det vil ikke være rigtig af disse beregninger at trække den slutning at 65 år er den fordelagtigste omløbstid for asp under de givne forudsætninger. Dette er kun rigtigt når alt fyrstikvirke betales med en fælles pris. Når fællesprisen opdeles i klassepriser ændres omløbstiden.

4. Valg af rentefod.

Som foran side 576 nævnt influerer den valgte rentefod på beregningernes resultat. For nærmere at belyse denne indflydelse er ligning (9) omregnet til 4 og 5 procent p.a. Man får da følgende tre udtryk til bedømmelse af rentefodens indflydelse på koplingsprisen:

$$3 \% : P_f = 1,118 \cdot P + 0,058 \cdot d_g \quad (9)$$

$$4 \% : P_f = 1,164 \cdot P + 0,096 \cdot d_g \quad (13)$$

$$5 \% : P_f = 0,999 \cdot P + 0,292 \cdot d_g \quad (14)$$

Man ser at koefficienten for P kulminerer omkring 4 % medens koefficienten for d_g stiger progressivt med stigende rentefod.

Forklaringen på dette forhold må for en væsentlig del være den relativt høje balancemasse i de unge aldersklasser af asp,

Tabel 14.

Fællesprisens afhængighed af rentefoden. $d_g = 25,00$ kr.

Relation between rate of interest and common price.

Basispris	Rentefod			Rate of interest	
	3 %	4 %	5 %	Standard price	
40 kr.	46,10	48,90	47,30	40 kr.
70 kr.	79,70	83,90	77,30	70 kr.

hvor driftsudgifterne er store og nettoprisen er lav, men problemet skal iøvrigt ikke nærmere uddybes her. For en basispris på henholdsvis 40 kr. og 70 kr. pr. m³ og driftsomkostninger på 25 kr. pr. m³ fås de i tabel 14 viste koblingspriser ved 3, 4 og 5 %.

5. Fyrstikprocenten.

Som nævnt side 581 er fyrstikvirkeprocenten beregnet på grundlag af erfaringstal for afsmalning og dimensionsfordeling for gran. Dette er utilfredsstillende, da man herved indfører en fejl af ukendt størrelse. Der er dog (jfr. foran side 585 f) ingen grund til at tro at den begåede fejl har nævneværdig betydning for de beregnede koblingspriser.

Derimod har det betydning at der ikke er foretaget nogen reduktion af fyrstikvirket for råte og andre fejl. For at illustrere betydningen af dette forhold er i tabel 15 beregnet fællespris

Tabel 15.

Fællesprisens afhængighed af en reduktion i fyrstikvirke-procenten.

The influence on the common price of a reduction in the match timber percentages.

Reduktions procent	0	5	10	15	20	Reduction- percentages
Fællespris, kr	79,40	81,20	83,10	85,10	87,50	Common price, kr.

ved sammenligning med bon. B, når henholdsvis 5, 10, 15 og 20 % af fyrstikvirket må afsættes som halvt ved og halvt slip. $P = 70$ kr. og $d_g = 22$ kr.

Det fremgår af oversigten at den beregnede fællespris stiger med ca. 40 øre for hver procent fyrstikvirke der afsættes som slip og ved.

6. Produktion i et eventuelt underbestand.

Da aspen er et lystræ er der gode muligheder for at opretholde et underbestand, f.eks. af gran, i aspeskov. I alle tre foran omtalte svenske forsøgspalter (PETRINI 1944) udgør totalproduktionen i underbestanden ca. 10 % af aspeproduktionen

på feltet. Antager man at denne produktion udgør 10 % også af balancemassen, og at den kan afsættes til samme nettopris som aspeslip vil det bevirke en reduktion i fællesprisen på 6,10 kr., under de forudsætninger der er benyttet i eksemplet ovenfor under punkt 5 (side 611). Et underbestand med en produktion som her forudsat vil med andre ord opveje en reduktionsprocent for fyrstikvirke på ca. 15. Dette er forklaringen på at spørgsmålet om reduktion i fyrstikvirkeprocenten og produktion i et eventuelt underbestand ikke er medtaget i beregningerne (jfr. side 577 og 581).

7. Fordelingen af aspevirke til slip og ved.

Denne fordeling er som nævnt foretaget rent skematisk med 50 % til ved og 50 % til slip. For at belyse hvilken betydning en fejl i fordelingen vil have for koplingsprisen, er denne beregnet under forudsætning af fordelingstallene 0 % ved og 100 % slip samt 100 % ved og 0 % slip. Der er sammenlignet med bon. B og regnet med $P = 70$ kr. og $d_g = 22$ kr. Resultatet fremgår af tabel 16.

Tabel 16.

Fællesprisens afhængighed af balancemassens fordeling til ved og slip.
The influence on the common price of the distribution on pulpwood and firewood.

Ved %	0	50	100	Firewood, %
Slip, %	100	50	0	Pulpwood, %
Fællespris, kr.	75,60	79,40	82,40	Common price, kr.

8. Priser og driftsudgifter.

Som nævnt under II, 3 er det forudsat at basispris og topmålspris vokser eller aftager med samme procentiske styrke, med andre ord at prisspændingen mellem store og små dimensioner forudsættes konstant.

Så længe dette forhold ikke ændres radikalt, men holder sig indenfor rimelige grænser (sml. LANGSÆTER 1939), kan de foreliggende beregninger med god tilnærmelse benyttes direkte.

idet man da blot regner med en lidt for høj eller lidt for lav basispris. (Sml. JØRGENSEN 1953).

En radikal ændring af prisspændningsforholdene der i væsentlig grad vil berøre spørgsmål som grænsedimension, omløbstid og tyndningsstyrke vil derimod kræve en revision af beregningerne.

Forholdet mellem de i II, 4 opstillede driftsudgifter er forudsat konstant, uanset prisniveau. Også her gælder det at mindre ændringer, som f.eks. de der er kendt gennem de senere år, ikke vil influere nævneværdigt på beregningsresultatet, medens mere radikale ændringer kan nødvendiggøre en revision. Større betydning har det imidlertid at driftsudgifterne for hugst af aspetømmer ikke er tariffæstede, hvorfor gran-tariffen er benyttet for asp. Set på længere sigt er det meget vel tænkeligt at en speciel tarif for asp vil opstå og finde ligevægt på et andet niveau end her benyttet. Det er dog, sml. ligning (1), meget enkelt at korrigere for en eventuel ændring i forudsætningerne på dette punkt.

9. Kulturudgiften.

Det er i beregningerne forudsat at kulturudgiften er den samme for gran som for asp. Som oftest må man imidlertid regne med en større eller mindre forskel som man dog let kan korrigere for ved til P_f at addere størrelsen

$$\frac{c_a - c_g}{b_f}$$

hvor c_a og c_g betegner kulturudgiften for henholdsvis asp og gran.

I runde tal kan man sige at for hver 100 kr. pr. ha c_a er større end (mindre end) c_g øges (mindskes) P_f med 2 kr.

I praksis forekommer det ofte at aspen foryrer sig meget villigt efter renafdrift ved rodsrud fra tidligere indblanding. På sådanne arealer vil kulturudgiften for asp blive ganske beskednen, medens den for gran vil blive forholdsvis stor fordi rodsruddene må ryddes bort. Dette vil selvsagt reducere skovejeren krav til fyrstikprisen (sml. LANGHAMMER 1947).

Hvor sådanne rodsrud af asp ikke forekommer, men plant-

ning af asp og gran må foregå på samme betingelser, må man idag regne med højere plantepriis og dermed også højere kulturudgift for asp end for gran. Dette vil medføre at skovejeren må kræve en højere fyrstikpriis end beregnet.

Hvis betingelserne for naturlig foryngelse af gran er specielt gode kan dette tænkes at bevirke en yderligere stigning i koblingspriisen. Det er dog sjældent at det er lønsomt at vente på naturlig foryngelse af gran på de boniteter der her er tale om.

Disse forhold har ganske vigtige prispolitiske konsekvenser, idet industrien på forhånd må gøre sig klart om den anser det nødvendigt for den fremtidige råstofforsyning at plantning af asp foregår i nævneværdig udstrækning, eller om naturlig regeneration på egnede lokaliteter vil kunne dække behovet på lang sigt.

V. Sammendrag.

- I. Det er de opstillede beregningers mål at finde frem til den pris det er nødvendigt at betale for fyrstikvirke af asp, for at aspedyrkning skal være lige så lønsom som grandyrkning på tilsvarende bonitet. Beregningerne er søgt tilrettelagt sådan at de kan danne grundlag for lignende beregninger for andre træarter. Beregninger af denne art kan være vejledende for træindustrien når den skal tilrettelægge sin prispolitik, og skovejeren kan støtte sig til dem i spørgsmålet om træartsvalg.
- II. Ud fra et ret spinkelt grundmateriale er stipuleret visse hovedtræk af aspens væktsforløb på høj bonitet (fig. 1—4). Endvidere er der gjort en række forudsætninger ud fra hvilke hugstens fordeling til sortimenterne fyrstikvirke, slip og ved er beregnet (se fig. 6 og 8). På grundlag af en enkel teoretisk aptering, er fyrstikvirket fordelt til 4 dimensionsklasser (fig. 7 og 8). Der er opstillet forudsætninger m.h.t. forholdet mellem priserne på de forskellige dimensioner af gran og mellem priserne for gran og slip og ved af asp. Ligeledes er de relative driftsudgifter for gran og asp stipuleret.
- III. Ud fra de under II gjorde forudsætninger er balancetal

for fyrstikvirke ved sammenligning med gran bon. A, B og C, beregnet som balancetal for gran minus balancetal for slip og ved af asp (tabel 8 og 9). Ved at dividere dette balancetal med balancemassen for fyrstikvirke er beregnet en »fællespris« for fyrstikvirke (tabel 10). Hvis alt fyrstikvirke betales med denne pris vil man opnå den ønskede lønsomhed. Fællesprisen er beregnet som funktion af basispris og driftsudgifter for gran ved sammenligning med de tre nævnte granboniteter (ligningerne (9), (10) og (11) samt fig. 13); endvidere som funktion af basispris, driftsudgifter og produktionsevne for gran (ligning (12) og fig. 15).

Endelig er fællesprisen opdelt i klassepriser svarende til de forskellige dimensionsklasser. Ved denne opdeling er den sædvanemæssige prisspændning mellem klasserne opretholdt (tabel 12 og fig. 16).

- IV. I 9 punkter er de vigtigste af de forudsætninger der er gjort under II gennemgået, og indflydelsen på fællesprisen af en eventuel variation i disse forudsætninger er beregnet. Denne analyse giver som resultat at valg af sammenligningsbonitet er den mest kritiske af de forudsætninger det er nødvendigt at gøre for at finde fællesprisen.

Litteraturfortegnelse.

- EIDE, ERLING og A. LANGSÆTER: Avsmalningstabell for granskog. Meddelelse nr. 12 fra Det norske Skogforsøksvesen 1929.
- EIDE, ERLING og A. LANGSÆTER: Produksjonsundersøkelser i norsk granskog. Meddelelser nr. 26 fra Det norske Skogforsøksvesen 1941.
- FRYJORDET, T.: Volum- og priskurver for enaldrede norske granbestand. Meddelelse nr. 39 fra Det norske Skogforsøksvesen, 1952.
- GRØN, A. HOWARD: Produktionspriser for dansk Grantømmer. — Dansk Skovforenings Tidsskrift 1936.
- Skovbrugets Driftsøkonomi I — København 1943.
- GRØN, A. HOWARD og FRITS JØRGENSEN: Calculation of Sylvicultural Balance-Numbers. Nordisk Tidsskrift for teknisk Økonomi. 1948.
- HILEY, W. E.: The economics of forestry. — Oxford 1930.
- JØRGENSEN, FRITS: Skovøkonomiske beregninger. — Dansk Skovforenings Tidsskrift 1949.
- Nogle prisberegningssystemer og deres anvendelse ved grundværdiberegning. Manuskript til Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen 1953.
- LANGHAMMER, Aage: Er ospa på Vestlandet og i Trøndelag verdiløs? Skogeieren 1947.
- LANGSÆTER, A.: Prisforholdet mellom dimensjonene og kvalitetstilvekst i granskog, Glomma. Meddelelse nr. 23 fra Det norske Skogforsøksvesen, 1939.
- Forelesninger i Skogøkonomi I og II. (Stencilleret). Vollebekk 1948.
- PETRINI, SVEN: Tre försöksytor i aspskog. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt. 1944.

Price-Clutch-Calculation for Match Timber of Aspen.

The "price-clutch-calculation" here described, is based on the same theoretical foundation as the "cost-price-calculation"¹ known before in forest economics.

Where a small-area-tree is competing for the forest land with one of the main species in the district, it might be convenient to establish a clutch between the prices, in order to get the same financial return from both species.

The clutch price for timber of the small-area-species is a usable figure for the industry using this kind of timber, as well as for the forester. The industry has in the clutch price a base for its price policy on a long sight. For the forester the price clutch reduces the choice of species for planting in a given case, to a question of silvicultural suitability, assuming that he has confidence in the calculations.

The present work is based upon an actual problem, since the match industry wants to establish a price clutch between match timber of Aspen (*Populus tremula*, L.) and timber of Norway spruce.

The different presupposition about yield, costs, and so on, are given in Chapter II. Chapter III shows the calculations. They are, in short, made in this way (Tabs. 8 & 9): From the "balance-number"² of Norway spruce is subtracted that of pulpwood and firewood of Aspen. The difference produced is the balance-number for match timber. Dividing this figure (Tab. 10) with the "material-balance-number"³ of match timber, one will find an average price for match timber.

¹ See HILEY 1930 pg. 176, GRØN 1936 and GRØN 1943 pg. 62.

² i.e. the net value of thinnings and main crop, discounted to year 0, and summarized.

³ i.e. the volume of thinnings and main crop discounted to year 0, and summarized. (For a more complete definition of these two words, see GRØN and JØRGENSEN 1948).

If this "common price" is paid for all match timber, the financial return from the Aspen production will be the same as that from Norway spruce, presupposing that the cultivation expences and costs of annual maintenance are the same for both species. Tab. 12 shows how to divide the common price calculated, into class prices according to the various dimensions.

In Chapter IV it is discussed how the different presuppositions influence the common price of match timber. It is shown that the choice of quality class of Norway spruce for comparison, is the most critical of the presuppositions.

W. OPSAHL

Om sambandet mellom
sommertemperatur og frømodning
hos gran

*On Relation between
Summer Temperature and Seed Ripening
of Norway Spruce*

Innhold.

Forord	623
Innledning	625
Formålet med undersøkelsene	629
Været sommeren 1942	630
Materialet	630
Forsøksresultatene	635
Hvilken vekstenhetssum krever granfrøet for å bli modent?	635
Hvilken middeltemperatur i vegetasjonstiden trengs til frøets modning?	637
Hvilken av de ovennevnte indikatorer gir best uttrykk for frø- modning?	637
I hvilken utstrekning kan frømodningen bedømmes på grunnlag av sommertemperaturen til 1. september?	639
Hvilken innflytelse har sankingstiden på frøets grobarhet og kvalitet?	642
Været sommeren 1937	643
Granfrø fra Selbu og Vuku	643
Når kan en begynne konglesankingen?	649
Sammendrag	655
<i>On relation between summer temperature and seed ripening of Norway Spruce</i>	657
Litteratur	663

Forord.

På grunn av andre gjøremål har det ikke vært mulig for meg å gjøre dette arbeid ferdig før nå. Jeg håper at det kan være til noen veiledning for konglesankingen og til nytte for landets forsyning med granfrø.

Jeg skylder å takke skogforvalter ERLING ARCHER og skogsjef LEIF LYKKE for velvillig hjelp med konglesanking i 1937. Jeg skylder også skogforvalter CH. D. KOHMANN takk for innsamling og klenging av kongleprøver. Enn videre vil jeg takke forstkandidat KAARE KLÆBO som har utført korrelasjonsberegningen og ydet verdifull hjelp.

Professor dr. ELIAS MORK har velvilligst gjennomgått manuskriptet og gitt gode råd og vink. Han har også stillet en del av sitt materiale fra Hirkjølen til min rådighet. Jeg bringer ham herved min beste takk.

Oslo, februar 1952.

W. Opsahl.

Innledning.

Granfrøets utvikling strekker seg som bekjent over 2 vegetasjonsperioder: 1. anleggsåret og 2. blomstrings- og modningsåret. I anleggsåret utvikles blomsterknoppene. Neste vår følger blomstringen. Ut over sommeren og høsten modnes frøet. Som bekjent bærer ikke granen kongler hvert år. Lærebøkene oppgir hvert 3. å 5. år. Det er ingen bestemt periodisitet. Årsaken til frøårene er ikke helt klarlagt. TIRÈN (1935) hevder at etter en rik blomstring er knoppantallet hos granen sterkt redusert. Denne reduksjon skaper i seg selv betingelsene for en viss periodisitet. Men det er formodentlig også andre årsaker, først og fremst sommertemperaturen. Ifølge samme kilde vil et varmeoverskudd i en kortere periode av sommeren (juli) øke antallet av blomsterknopper. Frøåret på gran i 1942 (jfr. OPSAHL 1943) synes å bekrefte denne teori. Sommeren 1941 var kald bortsett fra juli måned, som hadde et varmeoverskudd fra 2,2° til 3,7° C. Våren 1942 kom med en usedvanlig rik blomstring.

Når en større del av granene samtidig bærer kongler taler vi om frøår. Det kan være fattig, middels eller rikt, alt etter mengden av konglebærende trær og frøsetningen på de enkelte trær. Konglemengden kan variere sterkt fra trakt til trakt, fattig somme steder og rikere andre steder. Men enkelte år er frøsetningen på granen rik over hele landet, således i 1934 (jfr. EIDE 1934) og i 1942. I mellom disse store frøår kan det lokalt opptre ganske god tilgang på kongler. Således var det middels til godt frøår på granen Østenfjells 1933 (jfr. EIDE 1933) og 1936 (jfr. OPSAHL 1936) og Nordenfjells 1937 (jfr. OPSAHL 1937). Det var middels frøår i Telemark, Vestfold, Aust-Agder, Trøndelag og Helgeland 1940 (jfr. OPSAHL 1940). Litt gran-kongler fantes også i 1941 (jfr. OPSAHL 1942) i Telemark, Buske-

rud og Agder. Det var middels frøår på Østlandet og i Trøndelag 1945 (jfr. OPSAHL 1946). Disse lokale frøår kan undertiden komme godt med når det gjelder å supplere frøbeholdningene. Men frøsetningen er da som regel svak. Konglene er ofte angrepet av sopp og insekter som setter ned frøutbyttet.

Det er de virkelig store frøår som f.eks. i 1942, og delvis i 1945, som fyller frølagrene. I disse år føres blomsterstøvet med vinden i store masser og kan ligge som en røk over skogen. Konglemengden gir om høsten grantoppene et brunlig skjær som ser ut som grantørke. Toppene bøyes undertiden ned og brekker over på grunn av kongletyngden. Sopp- og insektskader opptrer i de store frøår, sporadisk eller i stort omfang, men formår ikke i samme grad å ødelegge frøsetningen som i svake kongleår. Frøet er i regelen også godt modnet. Det gjelder å nytte de store frøår når de kommer ved å sette i gang konglesanking i stor stil. Det enkleste er — som bekjent — å sanke konglene på felte trær etter tømmerhogsten. Men det er sjelden at hogsten kommer i gang før senhøstes, undertiden først på etterjulsvinteren, og da har konglene ofte åpnet seg og sluppet en del av frøet. Det er en gammel erfaring at det er det beste frø som faller først ut. Denne erfaring ble bekreftet bl.a. ved konglesanking 1942 (jfr. OPSAHL 1944) og ved de undersøkelser i Trøndelag 1937 som skal omtales her.

Det er i alminnelighet anført i lærebøkene (BARTH 1913) at granens frø modnes i oktober, og undertiden spres allerede samme høst. Senere erfaringer har vist at frøet kan modnes og falle ut langt tidligere. Kst. skogassistent ERLING ARCHER, som bestyrte Hamar Statskleng, skriver bl.a. (jfr. ARCHER 1921): »Året 1921 var et minneverdig år i klenganstaltens historie. Granen hadde et veldig frøår, som dog på grunn av forholdene ikke kunne nyttes helt av klenganstalten. Disse forhold synes å fortjene nærmere omtale. Våren — og dermed granens blomstring — inntraff usedvanlig tidlig. Sommeren var tørr og varm og en tidlig frømodning var derfor sannsynlig. Under en skogbefaring den 26. september ble klenganstaltens personale for første gang oppmerksom på, at frøslipningen allerede var begynt. Senere beretninger i fagpressen viser at frøfallet f.eks. i Elverumstrakten og Nordmarken allerede var begynt den 20. september. Det framgår for øvrig av helt pålitelige beret-

ninger fra Løten at sterkt frøfall ble iaktatt der allerede i første halvpart av september uten nevneverdig forskjell for de nedre og øvre distrikter. Undersøkelser som man har hatt anledning til å foreta midt i oktober i Vang almenning ca. 600 m o. h. gjør det også sannsynlig, at frøkastningen der er foregått omtrent samtidig som i traktene nede ved Mjøsen. Så snart man ble oppmerksom på dette usedvanlig tidlige frøfall, ble der gått i gang med undersøkelser for å avgjøre hvorvidt det ikke skulle lykkes til tross herfor å få et heldig resultat av konglesankingen, nemlig ved *å samle på trær der var felt før frøkastningen*. Disse undersøkelser ga et heldig resultat. Det viste seg gjennomgående at grankonglene formådde å holde på sitt frø, når vedkommende trær var felt før frøkastningen. Dette forhold skyldes forskjellige årsaker, hvorav den viktigste er den at vinden med sin »klengende« og rystende virksomhet på langt nær får anledning til å øve samme innflytelse på kongler på felte trær som på de stående trærs kongler.« Det lyktes ved sanking på felte trær å skaffe tilveie et mindre frøkvantum, men den enestående gode anledning til å sikre frøbehovet for lengere tid gikk tapt. Det samme hendte i Sverige. DYBECK (1923) skriver her om bl.a. »De år granen bär rikligt med kott fäller den ofta, ock jag skulle vilja säga oftast en del av sitt frö under oktober—november månad särskilt om väderleken är torr ock varm. Dette fingo kottklängarna senast erfara hösten 1921, då et rikligt granfröår förekom i mellersta Sverige och Norrland, men ble föga givande vid klängningen, genom att fröet fallit ur kotten på hösten.«

Liknende iakttagelser er gjort de fleste frøår i Norge. Således melder EIDE (1933): »Ved utgangen av september var frøfallet i full gang i de lavere strøk«. I 1934 uttalte EIDE (1934) »Den varme og tørre sommer brakte med seg frykt for at frøet skulle falle tidlig ut og ødelegges ved høstspiring. Men september og oktober kom med stadig nedbør og uten vanlige klarværsperioder, så konglene holdt seg lukket. I Trøndelag var høsten tørrere og her har tidlig frøfall delvis funnet sted i lavtliggende skoger.« Ifølge OPSAHL (1936) heter det: »På grunn av den tørre høst har man flere steder i lavlandsskogene på Østlandet iaktatt at konglene slapp frøet allerede fra midten av september«. I 1937 er iaktatt (jfr. OPSAHL 1937) at i Fosen åpnet konglene seg

allerede i september i sydhellingene. I 1940 (jfr. OPSAHL 1940) var høsten kald og regnfull og det er ikke iakttatt at konglene åpnet seg. I 1941 meldes (jfr. OPSAHL 1942): »Til tross for den fuktige ettersommer åpnet konglene seg tidlig. Allerede den 14. september fantes åpne kongler i Gransherad og senere såes slike over alt. Selv i 600 m. høyde i Fyresdal iakttok man åpne kongler den 17. september. I Tolga var konglene åpne den 20. september og sanking ble av den grunn oppgitt«. I 1942 heter det (jfr. OPSAHL 1943): »Konglene begynte å åpne seg strøkvis allerede 11. oktober i Vestfold og 18. oktober på Oplandene. Omkring 20. november ble frøfallet alminneligere som følge av solrikt og varmt vær, og i tiden 25. og 28. november satte det inn med en kraftig storm, som øket frøfallet.« I 1945 begynte grankonglene ifølge OPSAHL (1946) å åpne seg allerede 15. september i de lavere strøk rundt Oslofjorden. Men de lukket seg snart igjen. Først fra midten av oktober ble frøfallet mer alminnelig.

Disse iakttagelser viser at det ikke er bare unntagelser at konglene åpner seg om høsten, men at det snarere er regelen, at grankonglene *slipper frøet om høsten undertiden allerede i midten av september og undertiden fra midten av oktober*, alt ettersom våren kommer tidlig eller sent og sommertemperaturen kan bringe frøet til tidlig eller sen modning. Det er sjelden at været er så koldt og regnfullt, at konglene iallfall ikke periodevis slipper frøet om høsten. Som følge av disse iakttagelser satte man i 1940 igang hogst av konglebærende graner i en del av de offentlige skoger i Ostfold samt foretok sanking på stående trær ved klatrere. I alt ble tross det svake frøår sanket ca. 1000 hl, hvorav 250 av klatrerne. Også 1941 søkte man å nytte et svakt frøår i en del av Vestfold ved klatrere, som sanket i alt 350 hl. De klarte å sanke 3 hl pr. mann pr. dag, når kongle-setningen var noenlunde bra. Da det store frøår satte inn i 1942 og man fryktet for en gjentakelse av forholdene i 1921, ble det henstillet til en rekke skogeiere å felle et visst antall konglebærende trær innen 1. september. Fristen ble senere utsatt til 1. oktober på grunn av den rå og kalde høst. Men denne frist viste seg å være i seneste laget i de lavere strøk, da frøutbyttet i høydslagene 100 og 200 var vesentlig mindre enn i 300 m og 400 m's høyde (OPSAHL 1944). I alt ble felt ca. 15.000 trær og sanket ca. 8.000 hl grankongler. I 1945 ble kongle-

bærende trær felt innen en av fylkesskogkontorene fastsatt frist, og det ble sanket ca. 6.000 hl kongler.

Den omstendighet at grankonglene som regel åpner seg om høsten skaper vanskeligheter for frøforsyningen. På den ene side gjelder det naturligvis at frøinnholdet blir størst mulig og altså at konglene sankes før frøfallet begynner for alvor. På den annen side bør man utsette sankingen til konglene er forvedet og frøet godt modnet. Men når dette inntreffer kan konglene plutselig åpne seg når som helst det inntreffer tørrvær med vind og solskinn. Noen dagers godvær lenser konglene for meget av det beste frø. Varer godværet lenger er mulighetene for en lønnsom høst helt forspilt. Den tid som står til rådighet for konglesankingen er avhengig av været og er ofte meget kort. Det er derfor risikabelt å vente til tømmerhogsten begynner. Enten må konglene sankes på stående trær ved hjelp av klatrere eller også må man felle konglebærende trær i god tid før frøfall kan ventes. Nærmere undersøkelse av når dette bør skje er meget påkrevet. Det ville være en stor hjelp for den som skal treffe avgjørelse allerede i august om man kunne finne fram til en indikator for sommervarmen juni—august, som kunne gi fingerpek om det rette tidspunkt. Konglesanking er grunnlaget for skogkulturarbeidet, og frøforbruket stiger for hvert år. Å ordne konglesankingen på den mest effektive måte er både et forstlig og økonomisk spørsmål av stor rekkevidde. For om mulig å få noen holdepunkter i det praktiske arbeid med konglesanking, ble det sommeren 1937 og 1942 satt i gang undersøkelser av sambandet mellom sommertemperatur og granfrøets modning.

Formålene med undersøkelsene.

Følgende spørsmål er behandlet:

- a. Hvilken vekstenhetssum krever granfrøet for å bli modent?
- b. Hvilken middeltemperatur i vegetasjonstiden trenges til frøets modning?
- c. Hvilken av disse klimatiske indikatorer gir best uttrykk for frømodningen?
- d. I hvilken utstrekning kan frømodningen bedømmes på grunnlag av sommertemperaturen til 1. september?

- e. Hvilken virkning har sankingstiden på frøets grobarhet og kvalitet?
- f. Når kan konglesankingen begynne?

Været sommeren 1942.

Våren kom sent og blomstringen begynte først omkring 25. mai i lavlandet. Gjennomsnittstemperaturen for juni—september med avvikelser var:

Gvarv	13,7 + 0,2
Ås	13,3 ÷ 0,4
Oslo	13,7 ÷ 0,5
Nesbyen	11,9 ÷ 0,5
Vang	12,0 ÷ 1,1
Lillehammer	12,1 ÷ 0,4
Vinstra	12,0 ÷ 0,2
Engerdal	9,9 ÷ 0,3
Trondheim	11,5 ÷ 0,5
Nordli	9,4 ÷ 0,4

Våren og sommeren 1942 ble rå og kald. Den lave sommer-temperatur ville sannsynligvis sette en grense for frømodningen allerede ved en høyde på 500 å 600 m o. h. Det var derfor en god anledning til å undersøke forholdet mellom sommervarmen og granens frømodning. Jeg satte derfor i gang innsamling av kongleprover gjennom Statens Skogfrøverk og de tillitsmenn som er knyttet til konglesankingen.

Materialet.

Materialet omfatter i alt 78 prøver fra forskjellige steder av Telemark, Østlandet og Trøndelag. Av disse er 58 fra 1942, 10 er fra 1937 og 10 er innsanket på Hirkjølen i årene 1934, 1936, 1938 og 1940.

Konglene er innsamlet i tiden fra 15/8 til 5/12. Hver prøve inneholder frø fra minst 3 trær. Konglene fra 1942 er med unntagelse av en fra Ulvsjøberget klenget ved Statens Skogfrøverk på Hamar og spireanalysene er utført av Statens frø-

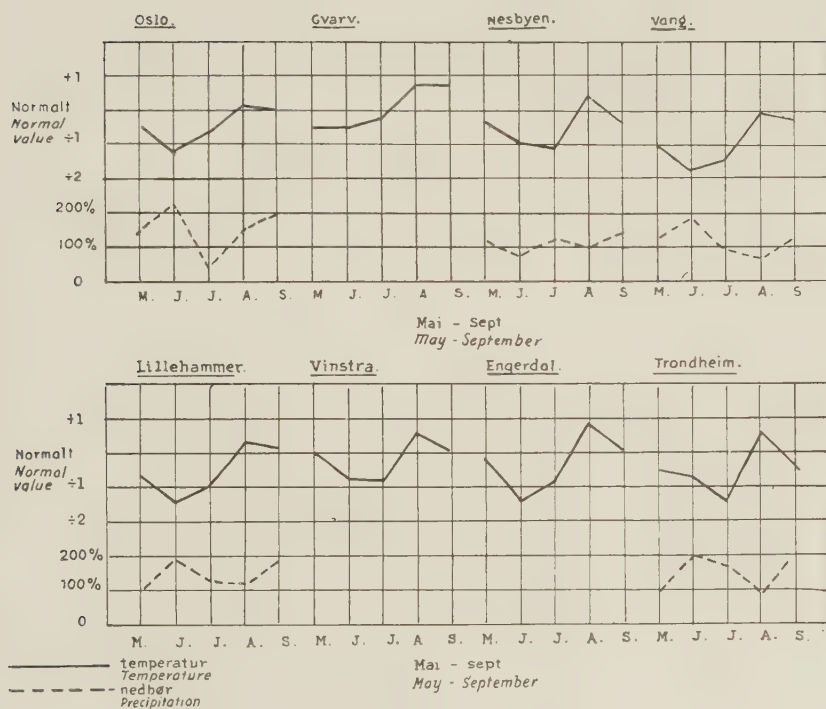


Fig. 1. Temperatures avvikelser i grader og nedbørhøyden i prosent av normalen i månedene mai—september 1942.

Temperature deviations in C degrees and precipitation in per cent of the normal value during the time May—September 1942.

kontroll. De andre prøver er klenget og undersøkt av professor dr. MORK.

Fra det Meteorologiske institutt er det innhentet oppgaver over den daglige temperatur kl. 14 og middeltemperaturen. Materialet fra Vinstra, Lillehammer, Alvdal og Vang er sanket inn på den måte at det fra hver av disse steder, hvor det er meteorologisk stasjon, er gått linjer oppover liene. Ved hjelp av høydebarometer er tatt kongleprøver for hver 100 m. Etter temperaturen for hver av disse stasjoner er sankingsstedets temperatur utregnet ved hjelp av Wild's konstant 0,60 pr. 100 m. HEIBERG (1938) har ved sine undersøkelser vist, at denne gir stor sikkerhet således at temperatursenkingen med høyden for tetratermen er $0,59 \pm 0,016$ og for pentatermen $0,610 \pm 0,016$

Tabell 1.

Prøv. nr. Sam- ple no.	Provens hjemsted Samples from	H.O. H. m E.o. S.l. m	Blomst- ringstid Date flowered	Sankings dato Date harvested	Veksteh bereg. til Growth units computed to	V.e.h. sum Growth units total	V.e.h. sum til 1/9 Growth units until September the first	Lev. frø eks. tomfrø Percentage of viable seeds, exclu- sive empty seeds	Temp. juni—sept. Temperature June—Sept.	Temp. juni—aug. Temperature June—Aug.
286	Oppegård	100	25/5	15/9	15/9	383,90	328,50	99	13,3	14,3
382	»	»	»	1/10	»	383,90	328,50	99	11,3	14,3
290	Rømskog	168	»	15/9	»	365,50	326,65	98	12,9	13,9
378	»	»	»	1/10	»	365,50	326,65	97	12,9	13,9
288	Harran	100	»	16/9	16/9	284,65	259,30	92	11,2	12,1
326	Overhalla	25	»	17/9	17/9	301,30	274,40	96	11,7	12,6
292	Meldal	200	»	15/9	15/9	323,45	290,45	90	11,0	11,8
384	»	»	»	1/10	»	323,45	290,45	92	11,0	11,8
337	Singsås	300	»	21/9	21/9	310,70	272,60	90	10,4	11,2
396	Rennebu	225	»	26/9	26/9	330,00	283,15	86	10,8	11,6
397	»	»	»	27/9	27/9	331,45	283,15	83	10,8	11,6
398	»	300	»	27/9	27/9	318,65	272,60	80	10,4	11,2
333	Byneset	200	»	17/9	17/9	276,35	248,85	86	10,6	11,5
332	»	»	»	18/9	18/9	277,35	248,85	81	10,6	11,5
339	Malvik	90	»	14/9	14/9	294,05	269,20	53	11,3	12,2
340	»	170	»	16/9	16/9	280,85	254,20	80	10,8	11,7
341	»	250	»	15/9	15/9	263,55	240,10	68	10,3	11,2
211	Lardal	180	»	15/8	15/8	331,60		91	12,8	13,9
211a	»	240	»	12/8	12/8	306,95		96	12,5	13,6
211b	»	260	»	15/8	15/8	313,90		94	12,4	13,5

Tabell 1 forts.

Prov. nr. Sam- ple no.	Provens hjemsted Samples from	H.O. H. m E.o. S.I. m	Blomst- ringstid Date flowered	Sankings dato Date harvested	Vekstenh bereg. til Growth units computed to	V.e.h. sum Growth units total	V.e.h. sum til 1/9 Growth units until September the first	Lev. frø eks. tomfrø Percentage of viable seeds, exclu- sive empty seeds	Temp. juni—sept. Temperature June—Sept.	Temp. juni—aug. Temperature June—Aug.
214	Hedrum	50	25/5	19/8	19/8	293,00		97	13,8	14,8
328	Selbu	180	»	22/9	22/9	323,90	282,45	97	11,3	12,0
329	»	270	»	22/9	22/9	305,95	267,00	85	10,8	11,5
330	Klæbu	200	»	15/9	15/9	309,45	278,20	98	11,2	11,9
331	»	300	»	15/9	15/9	288,40	259,35	82	10,6	11,3
313	Flå, H.dal . . .	500	1/6	16/9	16/9	295,40	264,80	95	9,9	11,2
370	»	»	»	1/10	1/10	310,60	264,80	94	9,9	11,2
364	Åfjord	30	25/5	28/9	28/9	267,00	220,15	88	11,2	11,5
393	Trysil	400	1/6	1/10	1/10	300,65	252,75	89	10,4	11,4
394	»	500	»	1/10	1/10	258,05	217,40	80	9,2	10,2
400	Åsen T.lag . .	50	25/5	23/9	23/9	296,65	259,45	99	11,7	12,5
401	Skogn	70	»	28/10	1/10	304,00	256,85	97	11,6	12,4
282	Vinstra	350	»	16/9	16/9	374,30	335,70	96	11,3	12,5
365	»	375	»	1/10	16/9	369,75	330,30	95	11,2	12,4
283	»	450	1/6	16/9	16/9	331,45	294,40	95	10,7	11,9
366	»	»	»	1/10	16/9	331,45	294,40	95	10,7	11,9
284	»	500	»	16/9	16/9	319,60	283,95	96	10,4	11,6
367	»	550	»	1/10	16/9	308,60	274,40	95	10,1	11,3
285	»	650	»	16/9	16/9	288,55	256,20	59	9,5	10,7
368	»	»	»	1/10	1/10	302,75	256,20	88	9,5	10,7
210	Siljan	150	25/5	15/8	15/8	332,85		74	12,8	13,9
215	Eidsvoll	200	»	20/8				98		

Prøv. nr. Sam- ple no.	Provens hjemsted Samples from	H.O. H. m E.o. S.l. m	Blomst- ringstid Date flowered	Sankings dato Date harvested	Vekstenh bereg. til Growth units computed to	V.e.h. sum Growth units total	V.e.h. sum til 1/9 Growth units until September the first	Lev. frø eks. tomfrø Percentage of viable seeds, exclu- sive empty seeds	Temp. juni—sept. Temperature June—Sept.	Temp. juni—aug. Temperature June—Aug.
420	Lillehammer	250	25/5	6/11	15/9	354,00	315,65	92	12,0	13,1
423	»	350	»	»	»	331,70	294,80	96	11,4	12,5
426	»	450	1/6	»	»	297,30	263,70	96	10,8	11,0
429	»	550	»	»	»	276,20	244,80	92	10,2	11,3
432	»	650	»	»	1/10	270,20	227,70	90	9,6	10,7
435	Alvdal	500	10/6	11/11	»	285,45	236,35	22	10,1	11,1
438	»	600	»	»	»	266,70	221,60	16	9,4	10,5
441	»	700	»	»	»	246,45	205,00	0	8,8	9,9
444	»	800	»	»	»	228,90	191,00	0	8,2	9,3
447	Vang, Hedm.	170	25/5	13/11	15/9	355,00	316,90	96	12,4	13,8
450	»	280	»	»	»	328,60	293,45	98	11,7	12,7
453	»	380	»	»	»	306,70	273,70	97	11,1	12,1
456	»	480	1/6	»	»	274,60	244,00	94	10,5	11,5
459	»	580	»	»	1/10	270,80	226,60	89	9,9	10,9
462	»	680	»	»	»	252,20	211,70	53	9,3	10,3
1934	Hirkjølén	800	19/6	27/9	27/9	251,79	204,62	55	10,4	11,1
	»	800	»	»	»	251,79	204,62	57	10,4	11,1
	»	860	»	28/9	28/9	250,45	203,05	56	10,0	10,7
	»	860	»	5/12	1/10	255,12	203,05	59	10,0	10,7
	»	860	»	»	»	255,12	203,05	54	10,0	10,7
	»	860	»	»	»	255,12	203,05	17	10,0	10,7
1936	»	1020	19/6	29/9	29/9	207,18	167,41	18	9,3	10,0
1938	»	860	15/6	28/9	28,9	255,62	206,57	31	10,2	11,5
1940	»	800	»	26/9	26/9	248,01	211,06	23	10,2	10,8
1942	»	800	»	»	»	221,87	193,07	3	8,9	10,3
	Ulvsjøberget		10/6	24/10	1/10	202,27	175,75	12	8,3	9,3

pr. 100 m i gjennomsnitt for Norge. De temperaturer som refererer seg til de nevnte 4 stasjoner skulle således være sikre. For en del av de andre prøvers vedkommende er avstanden fra innsankingsstedet og til nærmeste meteorologiske stasjon undertiden meget stor. En viss usikkerhet i temperaturangivel-sene har derfor ikke vært til å unngå. Materialet fra 1942, 1934, 1936, 1938 og 1940 er oppstillet i tabell 1.

Forsøksresultatene.

Hvilken vekstenhetssum krever granfrøet for å bli modent?

MORK (1941) har innført begrepet vekstenhet som mål for varmeeffekten istedenfor middeltemperaturen. En vekstenhet definerer han som den varmeeffekt som oppstår når middel-temperaturen for de 6 varmeste timer på dagen er 8° C. Istedenfor 6 timers middel kan brukes temperaturen kl. 14. Det har vært atskillig uenighet om hvilken indikator som er den beste når det gjelder å finne temperaturens biologiske virkninger (jfr. LANGLET 1935). De fleste forskere, der i blant HAGEM og LANGLET, er blitt stående ved at middeltemperaturen i veksttiden er fullt brukbar (jfr. HAGEM 1931). Men det lar seg ikke nekte at en middeltemperatur ikke gir den beste karakteristikk av varmeklimaet fordi den er et gjennomsnitt av ulike temperaturer som hver for seg har forskjellig biologisk virkning. Jeg har derfor funnet det riktigst å undersøke hvilken vekstenhetssum som trengs til granfrøets modning. MORK (1944) har vist at det til bjørkefrøets modning trengs 300 vekstenheter. I nærværende arbeid er vekstenheten beregnet fra blomstring til sanking. I lavlandet på Østlandet og i Trøndelag inntraff blomstringen 1942 omkring 25. mai (jfr. OPSAHL 1943). I høyereliggende trakter blomstret granen først i juni. For enkelte steder er blomstringsdatoen noe usikker. Noen stor feil kan det allikevel ikke bli tale om. En blomstringsdato som avviker f.eks. 10 dager fra den virkelige, vil for dette materiale bety en feil på ca. 20 vekstenheter. Flere av prøvene er innsamlet sent på høsten, lenge etter at frøet var modent. Beregner en vekstenhetene fram til denne dato blir summen for høy. Denne

feil er korrigert etter andre prøver som er samlet i rett tid. Resultatet av vekstenhetsberegningen er ført opp i tabell 1.

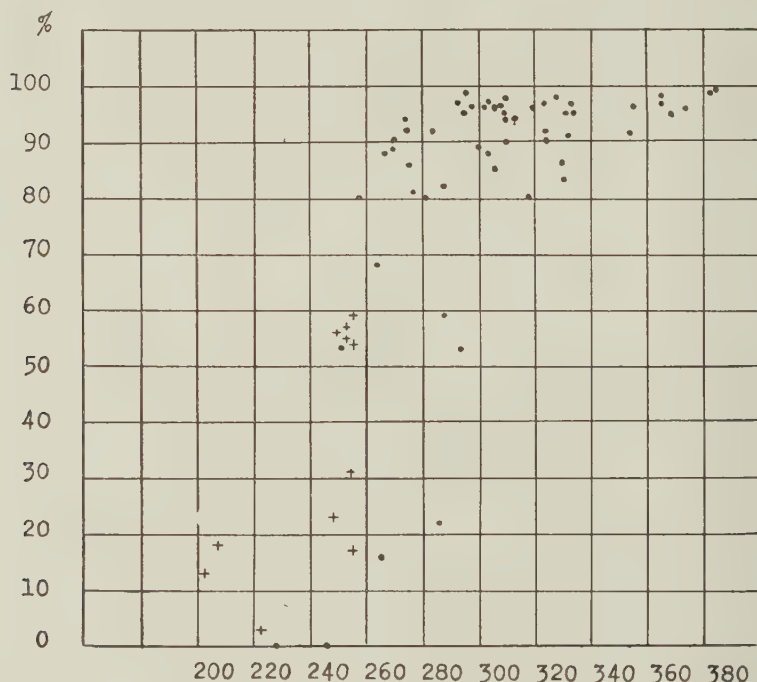


Fig. 2. Levende frø eksklusiv tomtør, prosent.

Percentage of viable seeds exclusive empty seeds.

Vekstenhetssum, fra blomstring til sankning. + prøver fra Hirkjølen.
Total growth units from flowering until harvesting. + samples from Hirkjølen.

Av fig. 2 ser en at en vekstenhetssum på 240 ikke gir spiredyktighet frø. Omslagsområdet ligger mellom 250 og 280. I dette intervallet varierer innholdet av levende frø fra ca. 20 til ca. 90 %. Stiger vekstenhetssummen over 280 ligger spireprosenten, bortsett fra 3 prøver, mellom 80 og 99 %.

En vekstenhetssum på 280 à 300 beregnet fra blomstring til sankning omkring 15/9—1/10, skulle således være tilstrekkelig for en god frømodning.

Hvilken middeltemperatur i vegetasjonstiden trengs til frøets modning?

HAGEM (1917) har i sitt arbeid om furuens frømodning brukt middeltemperaturen juni—september som indikator.

EIDE (1928) har funnet at granens frømodningsgrense ligger ved en middeltemperatur på ca. $9,5^{\circ}\text{C}$. (juni—sept.) Stiger middeltemperaturen over $9,5^{\circ}$ øker innholdet av levende frø meget raskt og ved 10°C ligger det mellom 66,6 og 93,7 %.

Undersøkelser av MORK (1933) synes også tyde på at middeltemperaturen må opp i 10°C såframt man skal være sikker på å få brukbart frø.

Resultatet av mine undersøkelser (tab. 1 og fig. 3) viser at en middeltemperatur på 9°C er for lav til å gi modent granfrø. I intervallet mellom 9° og $10,2^{\circ}$ finnes en meget stor spredning. Spireprosenten varierer fra 17 % til 95 % ved en middeltemperatur på 10°C . *Det kritiske punkt synes å ligge ved 10°C .* De prøver som ligger på 10 — $10,5^{\circ}\text{C}$ skriver seg alle fra de steder hvor temperaturen er helt pålitelig angitt. Det er således de sikreste prøvene som tyder på at granen trenger minst 10°C for å gi brukbart frø.

Hvilken av de ovennevnte indikatorer gir best uttrykk for frømodningen?

MORK (1941) har vist at stasjoner med samme middeltemperatur kan ha meget forskjellig vekstenhetssum. Hirkjølen har således en vekstenhetssum som er 23 % høyere enn den Rør- og Langvann har for samme måned, ennskjønt middeltemperaturen er den samme for begge stasjonene. Årsaken til dette er, at mens dagtemperaturen for Rør- og Langvann er forholdsvis jevn har Hirkjølen enkelte meget varme dager som gir større varmeeffekt. Dette gir vekstenhetene uttrykk for og skulle således karakterisere varmeklimaet bedre enn middeltemperaturen.

På fig. 2 og 3 er sommertemperaturen uttrykt henholdsvis ved hjelp av vekstenheter og middeltemperatur juni—september.

For å få et sammenlikningsgrunnlag er korrelasjonskoeffisienten beregnet ved å sette innholdet av levende frø (eksklusiv tomfrø) i forhold til vekstenhetssum og middeltemperatur. Korrelasjonskoeffisienten er beregnet etter formelen:

prosent
per cent

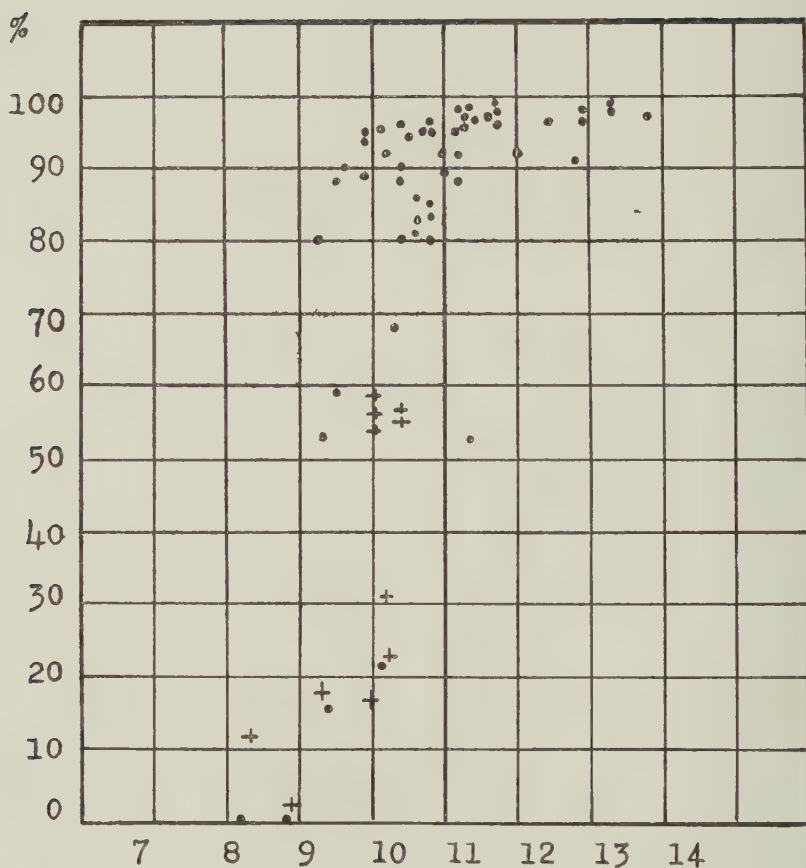


Fig. 3. Middeltemperatur juni—september. + er prøver fra Hirkjølén.
Mean temperature June—September. + Samples from Hirkjølén.

$$R_x = \sum \frac{xy \div n \cdot M_x \cdot M_y}{n \cdot dx \cdot dy} \pm \frac{1 \div r^2}{n}$$

x = vekstenhetsum.

x_{m} = middeltemperatur juni—september.

y = prosent levende frø, eks. tomfrø.

M_x = det aritmetiske middel av x verdiene.

M_y = det aritmetiske middel av y verdiene.

n = antall observasjoner.

dx = middelavvikelsen på x .

dy = middelavvikelsen på y .

Korrelasjonsberegningen er foretatt for alle observasjoner i området fra 200 til 360 vekstenheter. Observasjoner utenfor dette området er innsamlet for sent på høsten til å vise hvor mange vekstenheter granfrøet trenger for å bli modent. De er derfor ikke tatt med i beregningen. Korrelasjonskoeffisienten er for dette materialet beregnet til:

$$\underline{Rx = 0,755 \pm 0,06}$$

$$\underline{Rx_1 = 0,658 \pm 0,07}$$

Man får altså en høyere korrelasjonskoeffisient når man uttrykker sommertemperaturen ved hjelp av vekstenheter. Dette tyder på at vekstenhetene gir et bedre uttrykk for sambandet mellom sommervarme og frømodning enn middeltemperaturen.

I hvilken utstrekning kan frømodningen bedømmes på grunnlag av sommertemperaturen til 1. september?

Ennskjønt blomstringen kom sent i 1942 og sommertemperaturen lå under normalen, ble granfrøet modent i første halvdel av september opp til 450—550 m o. h. på Østlandet. I lavlandet var granfrøet spiredyktig allerede i midten av august. Dette tyder på at septembertemperaturen ikke spiller så stor rolle for granfrøets modning, iallfall ikke i lavlandet. Er dette riktig, burde man allerede i begynnelsen av september skaffe seg kjennskap til frømodningen.

I tabell 1 er ført opp middeltemperaturen juni—august og vekstenhetssummen beregnet fra blomstring til 1. september.

På fig. 4 og 5 er innholdet av levende frø satt i forhold til disse 2 verdier. Fig. 4 viser at en vekstenhetssum på under 200 til 1. september er for lav til å gi brukbart frø. Omslagsområdet ligger mellom 200 og 220. Stiger vekstenhetssummen over 240 holder spireprosenten seg mellom 80 % og 99 %. Dette tyder på at man for helt sikkert å kunne avgjøre om granfrøet blir modent, må ha nådd en vekstenhetssum på 240 til 1. september. Septembertemperaturen lå i 1942 omkring normalen. Blir september meget varm, kan man sannsynligvis

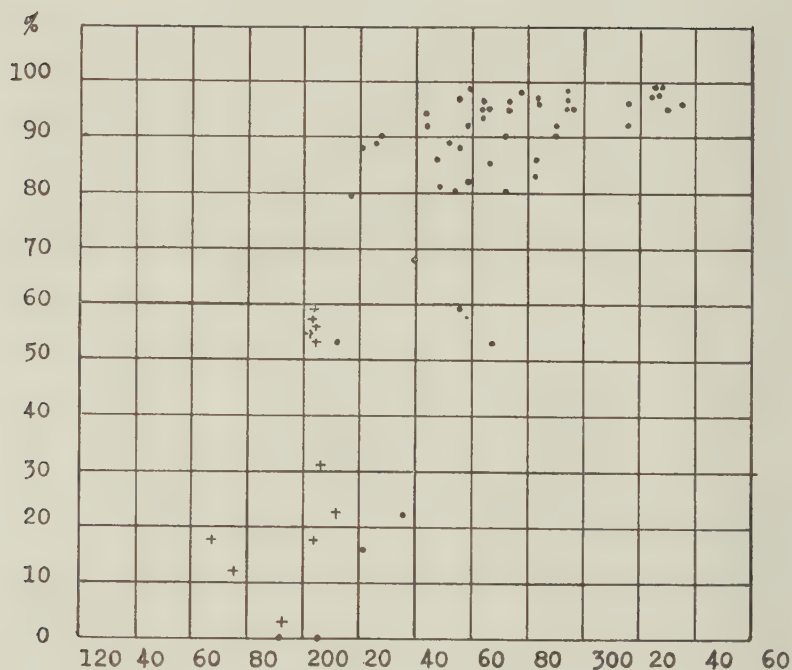


Fig. 4. Levende frø eksklusiv tomfrø, prosent.

Percentage of viable seeds, exclusive of empty seeds.

Vekstenhetssum fra blomstring til 1/9. + er prøver fra Hirkjølén.

Total growth units from flowering until September the 1.

+ Samples from Hirkjølén.

klare seg med en noe lavere vekstenhetssum til 1. september, men slikt vet man jo ikke på forhånd. HEIKINHEIMO (1948) har vist at middeltemperaturen juni—august må være 11 °C for å gi modent frø. Dette synes å stemme med min undersøkelse. Av fig. 5 sees at omslagsområdet ligger mellom 10,5° C og 11° C. Korrelasjonskoeffisienten er beregnet for det materiale som er innsamlet etter 1. september, i alt 62 prøver. Setter man innholdet av levende frø i forhold til vekstenhetssummen til 1/9 blir korrelasjonskoeffisienten, beregnet etter samme formel som på side 12:

$$\underline{R_z = 0,892 \pm 0,03}$$

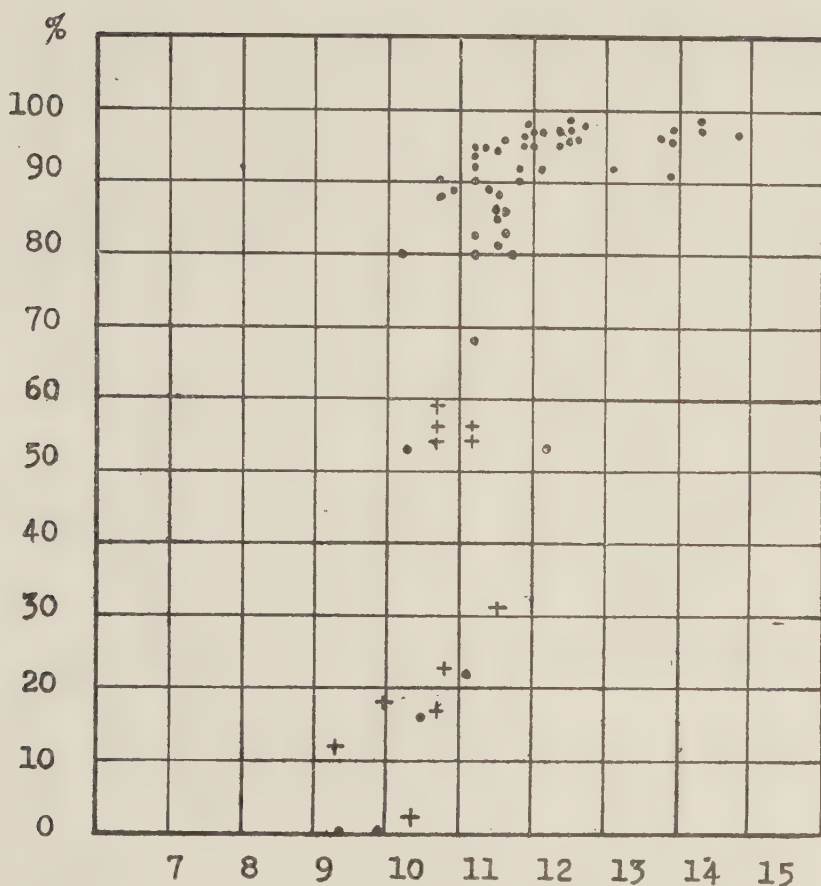


Fig. 5. Middeltemp. juni—august. + er prøver ffra Hirkjøl.

Mean temperature June—August. + samples from Hirkjøl.

Uttrykker man sommervarmen ved hjelp av middeltemperaturen til 1/9 er korrelasjonskoeffisienten beregnet til:

$$\underline{R_y = 0,70 \pm 0,06.}$$

En får en høyere korrelasjonskoeffisient når en setter innholdet av levende frø i relasjon til sommertemperaturen i tiden fra blomstring (eller fra 1. juni) til 1. september, enn om en også regner med septembertemperaturen. Videre ser en at en også i dette tilfelle får betydelig høyere korrelasjonskoeffisient når

en uttrykker sommervarmen ved hjelp av vekstenheter, enn når en regner med middeltemperatur.

Korrelasjonskoeffisientene viser at en får større samband mellom granens frømodning og sommertemperaturen når en regner med temperatur til 1. september enn når en regner til 1. oktober, og at denne sammenheng kommer tydeligst fram når en uttrykker temperaturen ved hjelp av vekstenheter.

Korrelasjonskoeffisienten er beregnet på grunnlag av rettlinjert regresjon. Som fig. 2—4 viser er ikke dette helt riktig. En har her krumlinjet regresjon. Korrelasjonskoeffisientene blir derfor noe for lave.

Er juni—augusttemperaturen 11° eller vekstenhetssummen har nådd 240 vil frøets utvikling være kommet så langt at septembertemperaturen i alle tilfelle vil gi tilstrekkelig varme til å modne frøet.

Hvilken innflytelse har sankingstiden på frøets grobarhet og kvalitet?

Vi har flere eksempler på at granfrøet kan være spiredyktig omkring 15. august. Av materialet fra 1942 hitsettes:

Tabell 2.

Innsamlingssted <i>Collected at</i>	H.O.H. m E.o.S.l. m	Sankings- dato <i>Date harvested</i>	Spirt etter 7 døgn <i>Germinated after 7 days</i>	Spirt etter 21 døgn <i>Germinated after 21 days</i>
Siljan	150	15/8	0	74
Lardal	180	»	»	91
»	240	12/8	»	96
»	260	15/8	»	94
Hedrum	50	19/8	»	97
Eidsvoll	200	20/8	»	98

Til tross for den forholdsvis kalde sommer vi hadde i 1942 var granfrøet på ovennevnte steder fullt spiredyktig 15.—20. august. Om frøet er modent i den forstand at det kan tåle flere års lagring er en annen sak. Spiringen har foregått forholdsvis

langsomt. Etter 7 døgn har ikke noe frø spirt. Dette tyder på dårlig modning.

For å undersøke hvilken innflytelse sankingstiden har på frøets grobarhet og kvalitet, ble det høsten 1937 innsamlet grankongler fra Vuku i Verdalen og Selbu. Konglene ble innsamlet med 14 dagers mellomrom i tiden fra 15/8 til 15/10. Hver prøve inneholder frø fra 6 til 10 trær, og er tatt fra samme trær alle gangene. Spireanalyser ble foretatt i 1937 og i 1941, altså etter 4 års lagring.

Været sommeren 1937.

Den nærmeste meteorologiske stasjon for Verdal er Ytterøy. I Selbu er det en meteorologisk stasjon. Nedenfor er gjengitt de meteorologiske data for disse stasjoner.

Tabell 3. Summer 1937.

Selbu				Ytterøy		
Måned <i>Month</i>	Temp. <i>Temperature</i>	Avv. <i>Deviations</i>	Nedbør i % av normalen <i>Precipitation in per cent of the normal value</i>	Måned <i>Month</i>	Temp. avv. <i>Temperature deviation</i>	Nedbør i % av normalen <i>Precipitation in per cent of the normal value</i>
Juni	12,2	+ 0,8	107	Juni	12,0 + 0,4	136
Juli	17,9	+ 4,2	47	Juli	18,2 + 3,6	22
Aug.	17,0	+ 4,4	29	Aug.	17,4 + 4,1	24
Sept.	9,5	+ 0,7	83	Sept.	10,4 + 1,0	150
Okt.	7,6	+ 3,9	73	Okt.	8,0 + 3,6	125

Som man ser var sommeren usedvanlig varm. I juli og august var det lite nedbør. Tørrværet fortsatte ut over høsten i Selbu. I Vuku regnet det meget i september og oktober.

Granfrø fra Selbu og Vuku.

Den 15. august har man fullt spiredyktig frø både i Vuku og Selbu. For Vuku-frøet holder spireprosenten seg omtrent

Tabel 4. Granfrø fra Selbu og Vuku.
Seed of *N. spruc. Selbu and Vuku.*

Innsamlet Collected at	Inns.-dato Date harvested	V.e.h. sum Growth units, total	% lev. frø 1937 Percentage of viable seeds, exclusive of empty seeds 1937	% lev. frø 1941 Percentage of viable seeds, exclusive of empty seeds 1941	Frøutbytte gr pr. 1 kongler Seed yield gram per liter Cone	Prosent spirt etter 7 døgn etter 7 døgn 1937 Per cent Germinated after 7 days 1937	Prosent spirt etter 7 døgn etter 7 døgn 1941 Per cent germinated after 7 days 1941
Selbu	1/8	307,50					
»	15/8	382,00	82	59	6,33	41	8
»	1/9	475,15	87	79	5,64	45	10
»	15/9	505,25	88	78	7,79	45	16
»	1/10	537,80	93	90	8,39	42	30
»	15/10	558,85	85	79	7,13	31	18
Vuku	1/8	290,80					
»	15/8	365,80	87	80	11,13	35	9
»	1/9	455,10	84	82	11,13	35	6
»	15/9	484,55	86	86	11,87	46	17
»	1/10	512,05	93	92	15,91	63	20
»	15/10	534,55	93	91	13,88	69	26

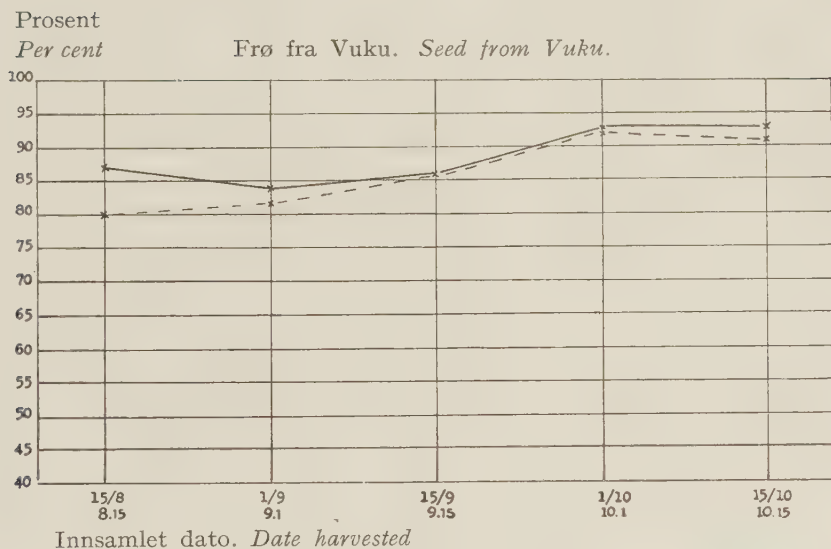


Fig. 6. Levende frø eksklusive tomfrø.

Percentage of viable seeds, exclusive of empty seeds.

— Frø fra 1937 (Seed from 1937).

- - - Samme frø undersøkt 1941, 4 år etter. Seed from the same sample examined 4 years after 1941.

Hvert punkt er middel av 6 prøver.

Each dot is the mean value of 6 samples.

Prosent
Per cent

Frø fra Selbu. Seed from Selbu.

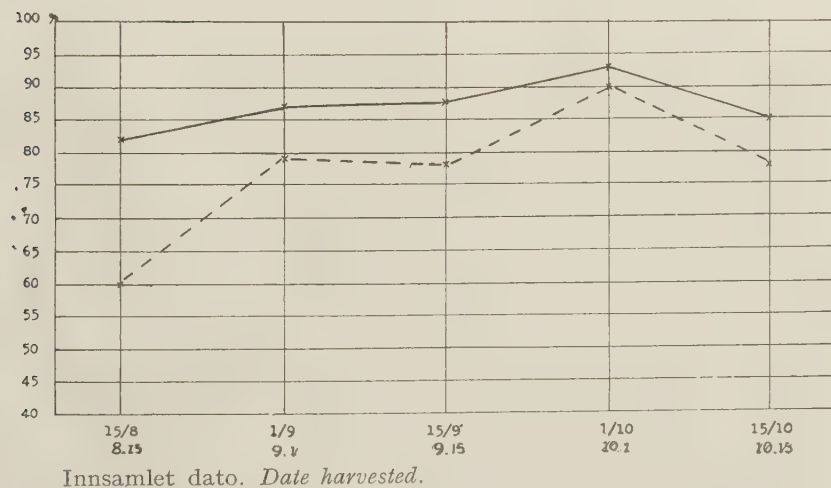


Fig. 7. Levende frø eksklusiv tomfrø.

Percentage of viable seeds, exclusive of empty seeds.

— Frø fra 1937. Seed from 1937.

- - - Samme frø undersøkt 4 år etter, 1941. Seed from the same sample examined 4 years after, 1946.

Hvert punkt er middel av 10 prøver.

Each dot is the mean value of 10 samples.

Prosent
Per cent

Frø fra Selbu. Seed from Selbu.

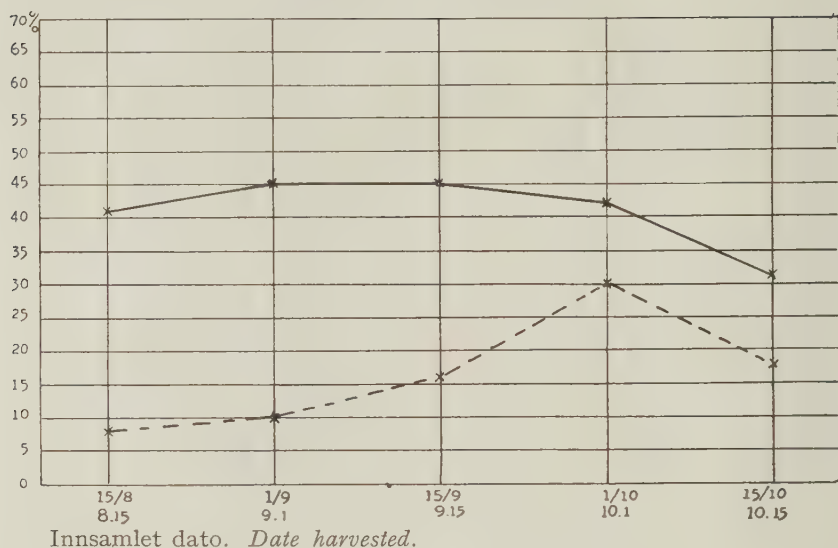


Fig. 8. Spirehastighet etter 7 døgn.

Germinating power in seed from Selbu after 7 days.

—— Frø fra 1937. Seed from 1937.

----- Samme frø undersøkt 1941, 4 år etter. Seed from the same sample examined 4 years after, 1941.

Hvert punkt er middel av 10 prøver.

Each dot is the mean value of 10 samples.

konstant etter denne dato. Hos frøet fra Selbu stiger den svakt fra 15. august til 1. oktober da den kulminerte.

Vukuføet har tålt lagringen meget godt. Spireprosenten er i 1941 omtrent den samme som den var i 1937 uansett innsamlingstid. Analysene av frøet fra Selbu viser at frø som er innsamlet fra og med 1. september har tålt lagringen best. I prøvene som ble innsamlet den 15. august, har spireprosenten avtatt fra 82—59 %.

Da frøet har vært lagret under vanlig værelsetemperatur må dette ansees for en relativt liten avgang. Frøet må således ha vært godt modent da det ble innsamlet.

Spirehastigheten er undersøkt i 1937 og 1941. Som uttrykk

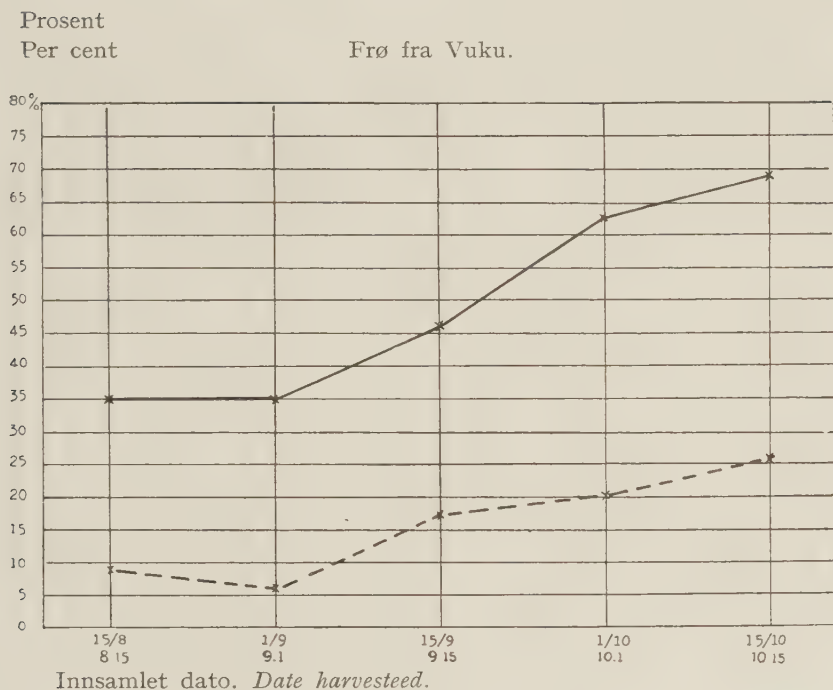


Fig. 9. Spirehastighet etter 7 døgn.

Germaninating flower in seed after 7 days.

——— Frø fra 1937. Seed from 1937.

- - - - - Samme frø undersøkt 4 år etter, 1941. Seed from the same sample examined after 4 years, 1941.

for spirehastigheten er brukt prosent spirte frø etter 7 døgn. Analysene 1937 av frø fra Selbu viser at spirehastigheten er omtrent den samme for frø som er innsamlet i tiden fra 15. august til 1. oktober. Fra 1. til 15. oktober har den avtatt fra 42 til 31 %. Av frøet som ble innsamlet i Vuku 15/8—1/9 har 35 % spirt etter 7 døgn. Etter den 1/9 øker spirehastigheten meget raskt og er den 15/10 dobbelt så høy som den var 15/8.

Spirehastigheten synes å bekrefte at frøet var fullt brukbart den 15. august, men at frøkvaliteten stiger noe med en senere innsamlingsdato.

Frøutbyttet (gram frø pr. liter kongler) avtar både i Vuku og Selbu etter 1. oktober. For Selbu avtar også spireprosent

gr. pr. l.

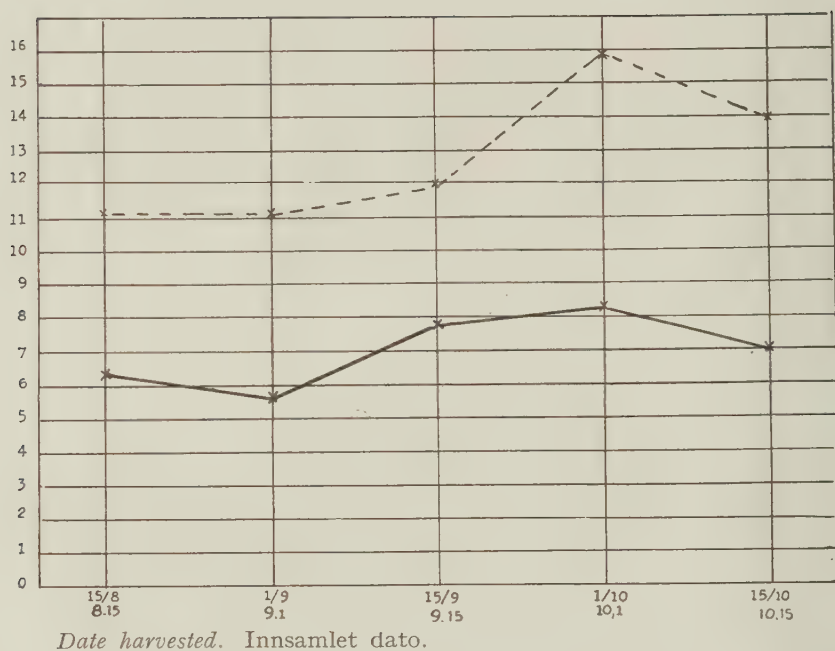


Fig. 10. Frøutbytte i gram pr. liter.

Seed yield, gram per liter.----- Frø fra Vuku. *Seed from Vuku.*——— Frø fra Selbu. *Seed from Selbu.*

og spirehastighet hos frø som er innsamlet etter denne dato. Da det tyngste og beste frøet faller ut først, kan nedgangen skyldes at frøfallet er begynt i første halvdel av oktober. Noen statistisk forskjell mellom verdiene den 1. oktober og 15. oktober er det imidlertid ikke. Se for øvrig tabell 4 og fig. 6—10.

Materialet fra Vuku og Selbu viser at i en meget varm sommer, som i 1937, er granfrøet modent allerede omkring midten av august. Spireprosent, spirehastighet og frøutbytte tiltar noe ved de senere innsamlingstider, og kulminerer omkring 1. oktober, som etter dette skulle være den gunstigste tid for konglesanking. Forskjellen i frøets kvalitet den 1. september og 1. oktober er ikke større enn at man godt kunne begynt kongle-

sankingen 1. september. Man hadde i så fall 1 måned til rådighet før frøfallet begynte.

I en sommer hvor temperaturen ligger omkring normalen, eller under denne, vil sankingstiden influere mer på granfrøets kvalitet enn materialet fra 1937 viser. I Trøndelag vil granfrøet sannsynligvis ikke normalt være spiredyktig så tidlig som 15. august, da man i 1937 hadde fullt brukbart frø. Og selv om granfrøet kan være spiredyktig så tidlig, noe som prøvene fra Eidsvoll, Lardal og Hedrum viser (side 642), er det sannsynlig at slikt frø ikke holder spireevnen så godt som frø som er innsamlet senere på høsten.

Når kan en begynne konglesankingen?

Kongler og frø må ha nådd en viss utvikling før konglene plukkes. Det er en stor ulempe at konglene er ferske og bløte. De er da vannholdne og tunge, mugner lett og er sene å klenge. Hvis man på den andre siden utsetter konglesankingen for lenge ut over høsten, kan man som i 1921 risikere at frøet faller ut, og at mulighetene for en lønnsom konglesanking går tapt.

Resultatet av denne undersøkelse tyder på at granfrøet trenger 280 à 300 vekstenheter fra blomstring til modning. Kan man gå ut fra at dette er riktig, uansett sommertemperaturen de enkelte år, er det jo en enkel sak ved hjelp av temperaturobservasjoner fra Det Meteorologiske Institutt å avgjøre tidspunktet da denne vekstenhetssum er nådd.

I tabell 5 har jeg ført opp antall dager man i 1942 måtte ha på de forskjellige steder for å oppnå 300 vekstenheter.

I traktene omkring Oslofjorden har det gått 70—90 dager fra blomstring til 300 vekstenheter er nådd (opp til 260 m o. h.). Etter dette skulle man her kunne gå i gang med konglesankingen i siste halvdel av august, forutsatt en sommertemperatur som i 1942. Som det framgår av tabell 2 hadde man i disse traktene fullt spiredyktig frø allerede den 15. august. En lav spirehastighet tyder imidlertid på at frøet ikke er godt modent. Da det heller ikke er noen fare for at frøet faller ut ved en vekstenhetssum på 300 vekstenheter, kan man derfor, etter en sommertemperatur som i 1942, utsette konglesankingen til ut i september.

I Vang og traktene omkring Lillehammer, opptil 280 m o. h., oppnådde man 300 vekstenheter etter 92—100 dager. Se fig. 11.

Tabell 5. Antall dager fra blomstring til 300 vekstenheter er nådd.
Number of days from the flowering until 300 growth units are reached.

Østlandet.

Innsamlingssted <i>Collected at</i>	H.O.H. m <i>E.o.s.l.m.</i>	Antall dager til 300 v. <i>Number of days from flowering to 300 growth units are reached</i>	Lev. frø eks. tomfrø <i>Percentage of viable seeds, exclusive of empty seeds</i>
Oppegård	100	87	99
Rømskog	168	90	98
Lardal	180	71	91
»	240	75	96
»	260	77	96
Siljan	150	70	74
Hedrum	50	86	97
Vang	170	92	96
»	280	100	98
Lillehammer	250	93	92
Lillehammer	350	99	96
Vinstra	350	87	96
»	375	88	95
Vang	380	107	97
Trysil	400	122	89
Lillehammer	450	109	96
Vinstra	450	94	95
Vang	480	130	94
Flå, H.dal.....	500	110	95
Alvdal	500	122	22
Trysil	500		80
Vinstra	500	98	96
»	550	103	96
Lillehammer	550	129	92
Vinstra	650	119	59

I de lavere liggende strøk omkring Trondheimsfjorden oppnådde man 300 vekstenheter sist i september, og i innlandsstrøkene omkring midten av september. Man legger her merke til at innlandsstrøkene når 300 vekstenheter 10—12 dager tidligere enn strøkene ute ved kysten. Sammenlikner man inn-

Tabell 5.

Trøndelag

Innsamlingssted <i>Collected at</i>	H.O.H. m <i>E.o.s.l.m.</i>	Antall dager til 300 v. <i>Number of days from flowering to 300 growth units are reached</i>	Lev. frø eks. tomfrø <i>Percentage of viable seeds, exclusive of empty seeds</i>
Overhalla	25	111	96
Åfjord	30	130	88
Åsen	50	122	99
Skogn.....	70	125	97
Malvik	90	114	53
Harran	100	125	92
Byneset	200	132	86
Selbu	180	103	97
Meldal	200	100	92
Klæbu	200	105	98
Rennebu	225	103	86
Selbu	270	113	85
Singsås	300	110	90
Klæbu	300	119	82

landsstrøkene i Trøndelag (Klæbu, Meldal, Selbu og Rennebu) med Vang og Lillehammer, ser man at tidspunktet for oppnådd 300 vekstenheter ikke avviker så meget fra hverandre.

Tabell 5 er regnet ut på grunnlag av sommertemperaturen 1942. En annen sommer vil det medgå flere eller færre dager for å oppnå samme vekstenhetssum, alt etter temperaturen vedkommende sommer.

I en meget varm sommer kan man på Østlandet og delvis i Trøndelag, oppnå 300 vekstenheter allerede i siste halvdel av juli. Materialet fra 1937 og 1942 tyder også på at man kan ha full spiredyktig frø så tidlig på året. Om slikt frø er i stand til å holde spireevnen ved lagring er derimot mindre sannsynlig. Grankonglene er også lite forvedet og vanskelig å klenge når de samles så tidlig på året. I slike år er det derfor ikke så meget granfrøets minimumskrav som interesserer. Det som er viktig er å avgjøre hvor langt ut over den dato da 300 vekstenheter

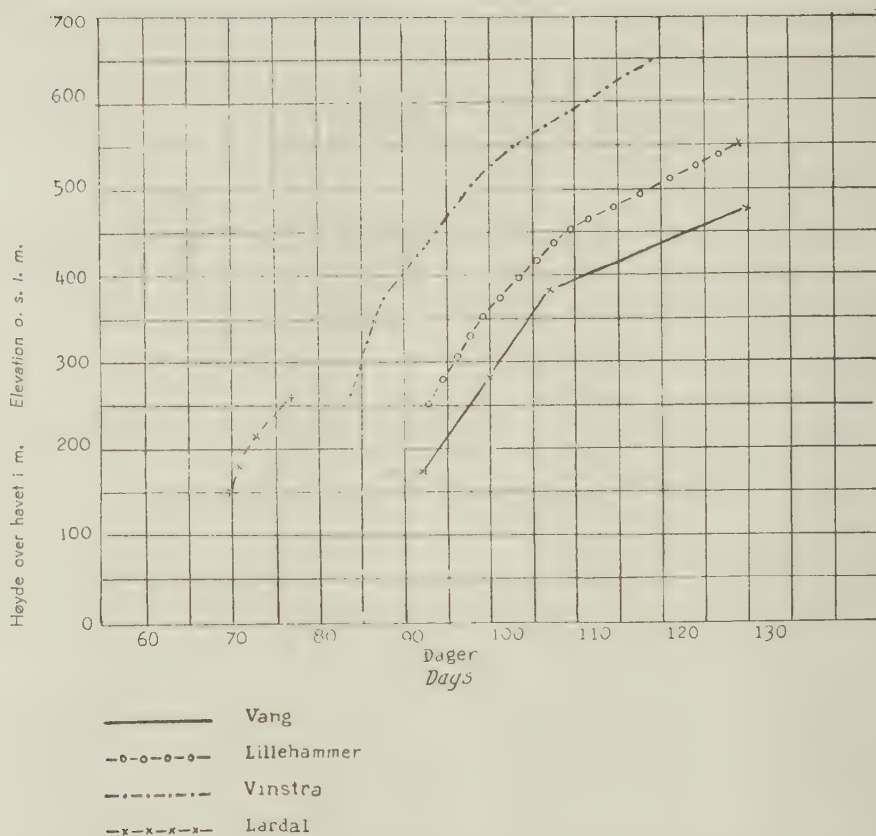


Fig. 11. Antall dager fra blomstring til 300 vekstenheter er nådd, år 1942.
Number of days from flowering to 300 growth units as reached. Year 1942.

er nådd man kan utsette konglesankingen uten at man risikerer at frøet faller ut.

I årene 1921, 1936 og 1941 hadde man på Østlandet frøfall på gran omkring midten av september. I den varme sommer man hadde i Trøndelag i 1937 begynte granfrøet i sydhellingen å falle ut i september (Fosen). Skogforvalter ARCHER skriver i sin årsberetning fra 1937 at undersøkelser som er gjort den 5. oktober, tyder på at granfrøet snart vil falle ut. Materialet som ble innsamlet i Selbu samme år, tyder også på at frøfallet begynte i første halvdel av oktober.

Den 15. august eller 14 dager etter at 300 vekstenheter var nådd, hadde man godt modent frø både i Vuku og Selbu. Da

frøkvaliteten stiger noe med senere innsamlingstider, og frøfallet ikke begynner før i oktober, ville det i 1937 ha passet å begynne konglesankingen først i september.

Fra årene 1921, 1936 og 1941 har vi ingen undersøkelser som viser hvor tidlig granfrøet ble modent. For stasjonene Vinstra, Vang, Oslo og Dalen i Telemark, har jeg beregnet tidspunktet da 300 vekstenheter ble nådd. Videre har jeg regnet ut vekstenhetssummen fra blomstring til frøfall.

De samme data er beregnet for stasjonene Selbu og Vuku for 1937.

Tabell 6.

Stasjon <i>Station</i>	År <i>Year</i>	Tidsp. for oppnådd 300 vekstenh. <i>Time for reaching 300 growth units</i>	Vekstenhets. fra blomstr. til frøfall <i>Total growth units from flowering u. seed shedding</i>	Middeltemp. juni—sept. med avv. <i>Mean temp. June—Sept. with deviation</i>	Middeltemp juni—aug. med avv. <i>Mean temp. June—Sept. with deviation</i>
Oslo	1921	17. juli	530,55	14,4 ÷ 0,5	15,6 ÷ 0,5
»	1936	17. »	532,89	15,5 + 0,6	17,3 + 1,2
»	1941	21. »	493,37	16,1 + 0,8	16,4 + 0,9
Selbu	1937	30. »	537,80	14,2 + 2,5	15,7 + 3,1
Vuku	1937	3. august	512,05	14,5 + 2,2	15,9 + 2,7
Dalen, Tm. .	1921	17. juli	514,56	13,8 + 0,3	15,0 + 0,6
»	1936	30. »	444,08	14,2 + 0,4	15,7 + 0,8
»	1941	26. »	457,38	14,6 + 0,8	15,7 + 0,8
Vang	1936	7. august	428,54	13,6 + 0,5	15,4 + 1,1
»	1941	30. juli	426,33	13,6 + 0,5	15,0 + 0,7
Vinstra . . .	1921	17. juli	411,75	11,3 ÷ 0,9	12,6 ÷ 1,0
»	1936	30. »	418,67		
»	1941	28. »	440,79	13,3 + 1,1	14,7 + 1,1

Som det framgår av tabell 6, oppnådde en 300 vekstenheter i siste halvdel av juli både i 1921, 1936 og 1941. For samme stasjon varierer vekstenhetssummen, som er beregnet fra blomstring til frøfall, meget lite for de tre årene beregningen gjelder. Det er derimot ganske stor forskjell i vekstenhetssummen når en sammenlikner de enkelte stasjoner med hverandre. En

ser således at innlandsstasjonene Dalen (1936 og 1941), Vinstra og Vang har en betydelig lavere vekstenhetssum enn Oslo, Vuku og Selbu.

Foruten sommertemperaturen, vil tiden for frøfallets inntrøden bl.a. være avhengig av luftfuktigheten (om høsten). I et utpreget innlandsklima, hvor luftfuktigheten er forholdsvis lav, vil grankonglene åpne seg tidligere enn ute ved kysten. En må derfor regne med at frøfallet vil inntreffe ved en noe forskjellig vekstenhetssum alt etter hvilken klimatype vedkommende sted hører til.

Tabell 6 tyder på at frøfallet ikke begynner før en har nådd 400 vekstenheter (jfr. MORK 1944 s. 462). Etter at denne vekstenhetssum er nådd, kan en iallfall i innlandsstrøkene vente at grankonglene kan åpne seg når som helst. Sammenlikner en stasjonene på Østlandet 1921, 1936 og 1941 med Selbu og Vuku (1937) ser en at på Østlandet har en nådd 300 vekstenheter tidligere enn i Trøndelag. En skulle derfor i 1921, 1936 og 1941 hatt minst like så gode betingelser for tidlig frømodning på gran som de en hadde i 1937 i Trøndelag. Her hadde en som kjent godt modent frø allerede midten av august. Etter dette kunne en i 1921, 1936 og 1941 ha begynt konglesankingene omkring midten av august, eller 2—3 uker etter at 300 vekstenheter var nådd. En hadde da ca. en måned til rådighet før frøfallet begynte.

Juni eller juli, eller begge, var meget varme i 1921, 1936 og 1941. August- og septembertemperaturen lå derimot til dels under normalen. Da granfrøet sannsynligvis var modent først i august, har temperaturen for disse to månedene ikke spilt noen særlig rolle for frømodningen. Derimot har den bidratt til å senke middeltemperaturen for juni—september (juni—august). Tabell 6 viser da også at de positive avvikelser fra normalen er forholdsvis små. For 1921 ligger middeltemperaturen juni—september endog under normalen for flere av stasjonene på Østlandet. En kunne derfor ikke, på grunnlag av middeltemperaturen juni—september (juni—august), vente at frøfallet skulle inntreffe så tidlig på høsten som tilfelle var i 1921, 1936 og 1941.

En middeltemperatur for 3 eller 4 sommermåneder gir oss ganske sikre holdepunkter ved bedømmelsen av granfrøets kva-

litet vedkommende år. Den gir derimot ikke noe grunnlag for å bedømme hvor tidlig på høsten frøet blir modent, eller når frøfallet kan ventes å inntreffe. *Uttrykker en sommervarmen ved hjelp av vekstenheter, kan en meget bedre avgjøre disse spørsmål, samtidig som vekstenhetene også gir sikrere holdepunkter ved bedømmelsen av granfrøets kvalitet.* Det første er særlig viktig når blomstringen inntreffer tidlig om våren, og etter en varm forsommer. Temperaturen i august—september har da liten innflytelse på frømodningen. Har høsten vært kald, kan temperaturen for disse to månedene senke middeltemperaturen juni—september så meget at denne blir direkte misvisende. Det siste ser ut til å ha vært tilfelle i 1921. Den høye vekstenhetsum i 1921 viser at en har hatt en meget større varmeeffekt enn den middeltemperaturen juni—september gir uttrykk for.

Sammendrag.

Resultatet av undersøkelsene kan sammenfattes således:

1. Det kreves en vekstenhetsum på 280 til 300 for å gi godt modnet granfrø med en spireprosent av levende frø på 80 til 99.
2. Granens frømodningsgrense synes å ligge ved en middeltemperatur på ca. 10°C juni—september.
3. I lavlandet sønnenfjells vil granfrøet — selv i forholdsvis kolde somrer — være fullt spiredyktig omkring midten av august. I disse trakter spiller septembertemperaturen sannsynligvis mindre rolle for granens frømodning. Frømodningen kan med stor sikkerhet bedømmes på grunnlag av temperaturen juni—august.
4. I dette materiale gir middeltemperaturen juni—august større sikkerhet i bedømmelsen av frømodningen enn middeltemperaturen juni—september.
5. Granfrøet vil i regelen bli modnet når vekstenhetssummen fra blomstring har nådd 240 innen 1. september eller middeltemperaturen juni—august er ca. 11°C .
6. En meget varm sommer (som for eks. i 1937) kan også i Trøndelag gi godt modnet frø omkring midten av august.

Frøets grobarhet og kvalitet stiger noe ved en senere innsamlingstid og kulminerer omkring 1. oktober, men forskjellen i kvalitet den 15. august og 15. oktober er ikke stor. I en kald sommer vil forskjellen antagelig være større.

7. Når konglene i en så usedvanlig varm sommer som i 1937 i Trøndelag ikke åpnet seg før ut i oktober, vil det høre til unntagelsene at grankonglene slipper frøet om høsten i Trøndelag i en grad som nedsetter frøutbyttet vesentlig. I Trøndelag kan konglesankingen vanligvis utsettes til etter tømmerhogsten og drives hele vinteren til varmen setter inn om våren.
8. Sønnefjells er det vanlig at grankonglene åpner seg om høsten, i enkelte år så tidlig som i september. Da grankonglene ikke åpner seg før en har nådd en vekstenhetssum på ca. 400, kan konglesankingen utsettes 2—3 uker ut over den dato da vekstenhetssummen har nådd 300.
9. Uttrykker en sommervarmen ved hjelp av vekstenheter, kan en meget bedre avgjøre når frøet blir modent om høsten. Det er også betydelig større korrelasjon mellom vekstenheter og prosent levende frø (eksklusiv tomfrø) enn det er mellom middeltemperatur og prosent levende frø.

On relation between summer temperature and seed ripening of Norway Spruce.

In the eastern part of South Norway, the cones of Norway spruce (*Picea abies*) often open and shed the seed as early as in the middle of September, othertimes from the middle of October onwards, according to whether the spring has been early or late and whether the summer temperature has brought about an early or late ripening.

This creates difficulties with regard to the seed supply. Obviously it is important that the highest possible seed content is obtained, meaning that the cones must be gathered *before* the seed fall becomes serious; but it is also desirable that the cone harvest be put off until the cones have become woody and the seed well ripened. However, at this stage the cones may suddenly open up whenever dry weather sets in with wind and sunshine and a few days of such weather may empty the cones of much of the best seed. If this weather continues for any length of time, the possibilities for a profitable harvest are completely lost. The period usable for gathering of cones depends upon the weather and is often very short. It is therefore risky to wait until the felling of timber begins. Either climbers have to collect the cones on standing trees or the cone-bearing trees must be cut down well before seed fall may be expected. It is urgently needed to investigate more closely at which time this should be done, because the gathering of cones is the very basis of silvicultural work and the consumption of seed is increasing every year. In the summer of 1937 and 1942 an investigation was therefore initiated by the author concerning the relationship between summer temperature and the ripening of spruce seed.

The following questions have been dealt with:

- a. Which is the sum of growth units required for the ripening of spruce seeds?
- b. Which mean temperature is needed in the growing period for the ripening of the seeds?
- c. Which of these climatic indicators does most adequately express the seed ripening?
- d. To what extent is it possible to judge the seed ripening on the basis of the summer temperature up to Sept. 1?
- e. How does the time of cone harvesting influence the germinating power and the quality of the seeds?
- f. At which time may the cone harvesting begin?

A "growth unit" has by MORK (1941, p. 72) been defined as the heat effect obtained when the mean temperature of the 6 warmest hours of the day is 8°C .

Altogether the material for the investigation comprised seeds from 78 cone samples collected in 1942 and from 10 samples gathered in 1937. The balance of the samples were from a mountain forest Hirkjølén and were gathered in the years 1934, 1936, 1938, and 1940. Each sample contained seeds from at least 3 different trees.

"Percentage of viable seeds, exclusive of empty seeds" has been used as a measure of the usability of the seeds. This means that a calculation has been made of the germination percentage of the seeds containing endosperm. As empty seeds are caused by incomplete pollination (cp. MORK, 1933) these should not be included in such investigations (cp. EIDE, 1928).

The results of seed analyses and calculations of mean temperatures and growth units are shown in Tables 1—6 and in Figs. 1—11.

The correlation coefficient for percentage of viable seeds and the sum of growth units during June—September is $R_x = 0.755 \pm 0.06$.

If the mean temperature is being used instead of the sum of growth units, the correlation coefficient is $R_{xe} = 0.658 \pm 0.07$.

For the period June—August the two correlation coefficients are

$$R_z = 0.892 \pm 0.03$$

$$X_y = 0.70 \pm 0.06.$$

Conclusions.

The results of the investigation may be summarized as follows:

1. For well-ripened spruce seeds with an 80—99 percent germination (exclusive of empty seeds), a sum of growth units of 280—300 is required.
2. The margin of ripening for spruce seeds seems to be at a mean temperature of approximately 10° C during June—September.
3. In the lowlands in the southern part of South Norway, the spruce seeds will — even in comparatively cold summers — be fully viable around the middle of August. In these tracts, the ripening of spruce seeds is probably less influenced by the temperature in September. The seed ripening may be judged with great certainty on the basis of the temperature in June—August.
4. In this material, the mean temperature in June—August provides a safer basis for judging the seed ripening than does the mean temperature in June—September.
5. As a rule, the spruce seeds will be ripe when the sum of growth units from bloom to September 1 has reached 240, or when the mean temperature in June—August is about 11°C
6. Even in Trøndelag a very hot summer (as for example 1937) may give very well-ripened seeds around the middle of August. The germinating power and the quality of the seeds improve somewhat with a delayed harvesting, reaching a high around October 1, but the difference in quality between August 15 and October 15 is not very significant. In a cold summer, the difference will probably be more accentuated.
7. In Trøndelag in such an unusually hot summer as 1937, the spruce cones did not open till into October indicating that in this district the cones would only in exceptional cases drop the seeds to the extent of seriously lowering the seed yield. In Trøndelag, the cone harvest may generally be postponed until after the felling of timber is done and may be continued through the winter until the warm weather comes in the spring.
8. In the southern part of South Norway, the cones generally open up in the autumn, in some years as early as in September. Since the spruce cones do not open until the sum of growth

units has reached 400, the cone harvesting may be deferred 2—3 weeks beyond the date when the sum of growth units has reached 300.

9. When the summer heat is expressed in terms of growth units, it facilitates the determination of the ripening time in the autumn. Moreover, the correlation between growth units and percentage of viable seeds (exclusive of empty seeds) is considerably greater than between mean temperature and percentage of viable seeds.

Litteratur.

- ARCHER, E. (1921): Skogdirektørens årsberetning — Oslo.
- BARTH, A. (1913): Skogbrukslære II. — Oslo.
- DYBECK, W. (1923): Frøår, kottinsamling och fröklängning. Skogen. — Stockholm.
- EIDE, E. (1928): Sommervarmens betydning for granfrøets spireevne. Medd. fra Det Norske Skogforsøksvesen nr. 14. — Oslo.
- (1933): Skogtrærnes frøsetning 1933. Tidsskrift for Skogbruk. — Oslo.
- (1934): Skogtrærnes frøsetning. Tidsskrift for Skogbruk. — Oslo.
- HAGEM, O. (1917): Furuens og granens frøsetning i Norge. Medd. fra Vestlandets Forstlige Forsøksstasjon. nr. 2. — Bergen.
- (1931): Forsøk med Vest-Amerikanske treslag. Medd. fra Vestlandets Forstlige Forsøksstasjon, nr. 6. — Bergen.
- HEIBERG, H. H. H. (1938): Berechnung der isoklimatischen Kurven. Medd. fra Det Norske Skogforsøksvesen. B. VI. H. 2. — Oslo.
- HEIKENHEIMO, O. (1948): Frøsetning och frøår. Norrlands Skogvårdsforbunds Tidsskrift. — Stockholm.
- MORK, E. (1933): Temperaturen som foryngelsesfaktor i de nordtrønderske granskoger. Medd. fra Det Norske skogforsøksvesen nr. 16. — Oslo.
- (1941): Om sambandet mellom temperatur og vekst. Medd. fra Det Norske Skogforsøksvesen B. VIII. H. I. — Oslo.
- (1944): Om bjørkefruktens bygning, modning og spiring. Medd. fra Det Norske Skogforsøksvesen B. VIII. H. 30. — Oslo.
- LANGLET, O. (1935): Sambandet mellem temperatur och växtgränser. Medd. från Statens Skogsförsöksanstalt. H. 28. — Stockholm.
- OPSAHL, W. (1936): Skogtrærnes frøsetning 1936. Tidsskrift for Skogbruk. — Oslo.
- (1937): Skogtrærnes frøsetning 1937. Tidsskrift for Skogbruk. — Oslo.
- (1940): Skogtrærnes frøsetning 1940. Tidsskrift for Skogbruk. — Oslo.
- (1942): Skogtrærnes frøsetning 1941. Tidsskrift for Skogbruk. — Oslo.
- (1943): Skogtrærnes frøsetning 1942. Tidsskrift for Skogbruk. — Oslo.

- OPSAHL, W. (1944): Granfrø fra årgangen 1942. Tidsskrift for Skogbruk.
— Oslo.
- (1946): Skogtrærnes frøsetning 1945. Tidsskrift for Skogbruk.
— Oslo.
- TIRÈN, L. (1935): Granens kottsetning. Medd. från Statens Skogsför-
söksanstalt. H. 28. Stockholm.

